

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI
MAGISTRATO ALLE ACQUE
- VENEZIA -

**NUOVI INTERVENTI PER LA
SALVAGUARDIA DI VENEZIA**

**COMITATO DI INDIRIZZO,
COORDINAMENTO E CONTROLLO**

ARTICOLO 4 DELLA LEGGE 29-11-1984 N°798

**VOTO DI APPROVAZIONE DEL CONSIGLIO
SUPERIORE DEL 27-5-1982**

n° 209

18 Febbraio 1985



Consiglio Superiore

DEI

LAVORI PUBBLICI

Adunanza del 27.5.1982

N. del Protocollo 209

OGGETTO

D.L. 11.1.1980 n.4 Convertito
in legge il 10.3.1980, n.56 -
Difesa della Laguna di Venezia
dalle acque alte.

Studio di fattibilità e progetto
di massima datato 26.5.1981.

VENEZIA

L' ASSEMBLEA

VISTA la nota n. 1578/50/7 del 24 marzo 1982, del Gabinetto dell'On.le Ministro;

VISTE le successive note n. 2135/50/7 in data 4.5.1982 e n. 2469/50/7 in data 14.5.1982 dell'Ufficio di Coordinamento per la Legge Speciale di Venezia - Gabinetto dell'On.le Ministro;

VISTA la nota 26.4.1982 acquisita al protocollo di questo Consesso in data 5.5.1982;

ESAMINATI gli elaborati progettuali pervenuti;

UDITA la Commissione Relatrice : ROSSI F., DE CORO, DI PALMA, SORTINO, RICCIARDI, ROMANO F., MARTUSCELLI M., OCCHIUZZI, ZANCA, VITELLOZZI, DE CISTOFANO, TOMASICCHIO, BARATONO, BENAS SAI, BONAMICO, CERADINI, CROCE, DATEI FRANCHI, GIANNICO, JACOBACCI, OLIVERO SCARCELLA, CONTI, SBAVAGLIA, DE MIRANDA, FABBRI, MENDIA, MESSINA, PIANA, SCARPI, SEMERANI, MAIORI, UGOLINI, GAZOLO, TOTI);

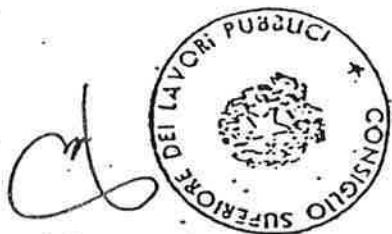


P R E M E S S O

Nel quadro degli interventi per la salvaguardia di Venezia l'art.2 della legge 16 aprile 1973, n. 171 ha previsto, tra l'altro, la determinazione da parte governativa di "indirizzi" per l'individuazione e l'impostazione generale delle misure per la protezione e la valorizzazione dell'ambiente naturale e storico-artistico di Venezia e di Chioggia, con particolare riguardo all'equilibrio idrogeologico ed all'unità fisica ed ecologica della laguna.

Con deliberazione 27 marzo 1975 il Governo ha fissato i suddetti "indirizzi" ed ha stabilito che, per la soluzione tecnica del problema della conservazione dello equilibrio idrogeologico della laguna e l'abbattimento delle acque alte nei centri storici, il Ministero dei LL.PP. dovesse provvedere a bandire un appalto-concorso internazionale. Sulla base di tale deliberazione con legge n.404 del 5 agosto 1975 il Ministero dei LL.PP. è stato autorizzato a bandire un appalto-concorso internazionale ai fini sopra richiamati, appalto-concorso che è stato indetto con D.M. 11. settembre 1975.

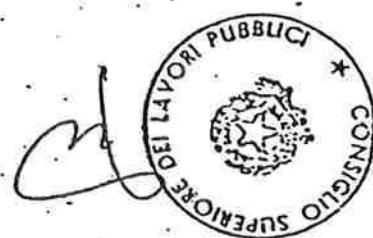
Il termine di presentazione dei progetti è stato fissato al 31 dicembre 1976; con D.M. 7 aprile 1977, n.2119/50/7 è stata quindi costituita la Commissione giudicatrice dell'appalto-concorso in parola.



La Commissione ha proceduto all'accertamento dell'ammissibilità alla gara dei sei progetti - offerta, pervenuti nei termini all'Ispettorato Generale dello Albo Nazionale dei Costruttori per i contratti e da questo trasmessi alla Commissione stessa: cinque, dei sei progetti - offerta sono stati ritenuti ammissibili alla gara.

A conclusione dei propri lavori con relazione 31 marzo 1978 la Commissione giudicatrice ha ritenuto che nessuno dei cinque progetti esaminati potesse essere dichiarato idoneo ai fini dell'Appalto- concorso ed ha, pertanto, deliberato la non aggiudicazione alla gara.

Con D.L. 11.1.1980, n.4, convertito poi in legge 10 marzo 1980 con Legge n.56 - il Ministero dei LL.PP. è stato autorizzato (art. 1), nel limite della somma complessiva di £. 1.500 milioni, ad acquistare i progetti - offerta presentati dai concorrenti allo Appalto concorso internazionale : tali progetti erano stati, dalla su richiamata Commissione giudicatrice, ritenuti di elevato contenuto conoscitivo e tecnico, anche se non idonei ai fini della aggiudicazione dell'Appalto - concorso.



= Lo stesso art. 1 del D.L. (rimasto immutato nel testo anche nella legge di conversione) prescriveva che "il corrispettivo dell'acquisto da corrispondere ai concorrenti sarà determinato con proprio decreto dal Mi nistro LL.PP; sentito il parere del Consiglio Superiore dei LL.PP.".

A tale scopo L'Ufficio di Coordinamento per la Legge speciale per Venezia inviava, per esame e parere, uno schema di atto di acquisto dei progetti-offerta pre sentati al noto appalto-concorso in precedenza richiamato.

Tale atto è stato ritenuto meritevole di ap provazione dalla Sezione 3° di questo Consiglio Superiore con voto n° 130 reso nell'adunanza del 19.3.1980, e conseguentemente è stato anche fissato il corrispettivo d'acqui sto.

Acquistati i progetti-offerta sopracitati, il Ministero dei LL.PP. ha incaricato un gruppo di professio nisti, affinchè studiassero uno schema di massima riguar dante la difesa della Laguna di Venezia dalle acque alte, autorizzandoli ad avvalersi degli studi contenuti nei cin que progetti acquisiti dall'Amministrazione.

Lo schema di convenzione tra i suddetti professio nisti e l'Amministrazione è stato esaminato favorevol mente da questo Consiglio Superiore - Sezione 3° con i vo ti n° 131 del 5.3.1980 e n° 191 del 19.3.1980



Pertanto, con convenzione stipulata l'11.6. 1980 tra il Ministero dei Lavori Pubblici ed i professionisti:

PROF. AUGUSTO GHETTI

PROF. ENRICO MARCHI

PROF. PIETRO MATILDI

PROF. ROBERTO PASSINO

PROF. GIANANTONIO PEZZOLI

e con altra aggiuntiva dell'11 agosto 1980 stipulata dallo stesso Ministero con i professionisti:

PROF. JUAN F. AGEMA

DR. ROBERTO FRASSETTO

(entrambe registrate alla Corte dei Conti in data 27. settembre 1980 e perciò in pari data rese esecutive) è stato conferito ai predetti professionisti l'incarico dello studio delle opere per la difesa dalle acque alte della Laguna di Venezia, provvedendo nel termine di otto mesi alla redazione del progetto di massima e preventivo sommario di spesa, comprensivi dello studio di fattibilità, ed è stata attribuita ai professionisti sopra menzionati la più ampia discrezionalità in merito alla definizione della soluzione.

I Progettisti, dopo aver ampiamente descritto gli studi effettuati da vari Enti ed Istituti sui problemi della Laguna, così riferiscono nella Loro Relazione Generale sugli:



I - OBIETTIVI DEGLI INTERVENTI E POSSIBILI SOLUZIONI

- Finalità degli interventi.

La progettazione generale delle opere per la salvaguardia della Laguna di Venezia si è proposta i seguenti obiettivi essenziali:

a - abbattimento delle acque alte lagunari che investono la città di Venezia, la città di Chioggia, le isole lagunari e tutti i centri urbani siti a bassa quota sui territori che delimitano i confini della laguna;

b - assicurazione di un ricambio d'acqua al bacino lagunare tale da soddisfare le esigenze poste dal controllo dell'inquinamento, tenuto conto dagli obiettivi di risanamento previsti dai piani di settore;

c - conservazione dell'agibilità ai fini portuali delle tre bocche di Lido, Malamocco e Chioggia, limitando strettamente la frequenza delle eventuali chiusure totali ed assicurando, a varchi aperti, velocità massime compatibili con la navigazione;

d - stabilità dei fondali nella sistemazione di progetto.



Lo studio di progetto delle opere destinate alle finalità predette ha richiesto anche un esame di problemi collaterali, e principalmente dei problemi di :

- utilizzazione di aree, attualmente precluse all'espansione delle maree; aree per le quali sia prevista una rinnovata "vivificazione" lagunare (valli da pesca ed ex terza zona industriale);
- nuova apertura di canali lagunari e/o ricalibrazione di canali esistenti ed eventuali protezioni nel fondo;
- conservazione dei litorali e delle opere già esistenti a difesa della costa (murazzi) e previsione di opere di difesa o di rinforzo integrative.

Possibili soluzioni: considerazioni generali

La legislazione vigente (legge n. 171/1973) impone "la preservazione dell'unità ecologica e fisica della laguna" e la progettazione dell'esecuzione di opere che "in nessun caso possano rendere impossibile o compromettere il mantenimento dell'unità e continuità fisica della laguna".

Tenuto conto di questo vincolo, e quindi della impossibilità di operare sul solo bacino di Venezia - Lido



separandolo da quelli afferenti alle altre bocche, secondo i progettisti gli interventi tecnici da esaminare per il conseguimento degli obiettivi premessi nel paragrafo precedente possono così essere riassunti :

- ampliamento del bacino lagunare di espansione della marea;
- recuperi in quota del suolo abitato;
- opere fisse e mobili sulle bocche della laguna.

In proposito i progettisti osservano che:

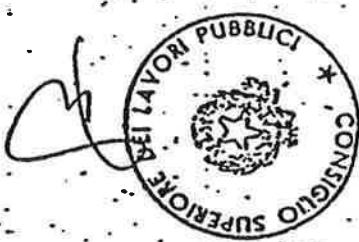
- l'effetto dell'ampliamento del bacino lagunare resta modesto (dell'ordine di poche centimetri di attenuazione del colmo a Punta della Salute, anche per maree di considerevole entità) sia per la limitata superficie di espansione, sia soprattutto per il ritardo con cui i bacini marginali possono invadere la loro parte del volume di marea - v. le valli da pesca, tenendo presente l'esigenza di salvaguardare la fauna e l'ambiente naturale esistente.
- Il beneficio che si può ottenere con i recuperi in quota del suolo abitato va valutato in un rialzo del livello di sommergenza (che è attualmente alla quota di marea +0,80m sullo zero idrometrico di Punta della Salute) fino a quote intorno a +1,10 m, tenuto conto delle difficoltà di effettuare già fino a



(Signature)

quel livello sollevamenti, sopra elevazione delle pavimentazioni stradali e cordonature ai bordi dei canali, e delle conseguenze sui piani terreni di molte abitazioni.

- Provvedimenti tecnici limitativi dei flussi di marea attraverso le tre bocche di comunicazione con il mare, se dettavano da opere fisse (regstringimento, trasversale, sbarramenti longitudinali, rialzo del fondo e/o aumento artificiale della scabrezza dei canali) possono attenuare solo moderatamente le escursioni in laguna, dovendo essere nello stesso tempo rispettate le esigenze di ricambio d'acqua contro l'inquinamento, di limitazione delle velocità imposte dalla navigazione e dai pericoli di erosione, nonché quelle conseguenti al rispetto dei criteri di flessibilità e reversibilità di cui alle dichiarazioni del Ministro dei LL.PP. "prototypore" del febbraio 1979 e all'ordine del giorno del Consiglio Comunale di Venezia del 23 dicembre 1980.
- In particolare, cicli di maree con andamento atipico, conseguenza della sovrapposizione sulla componente astronomica di una componente meteorologica e di variazioni bariche di livello, maree cioè che presentano oscillazioni intorno ad un livello medio fortemente crescente, non sono attenuabili in modo sensibile con la limitazione fissa delle comunicazioni tra mare e laguna nei termini sopra indicati. I progettisti precisano che un esempio significativo di maree atipiche è proprio rappresentato dall'andamento di quella del 3-4



novembre 1966 che ha causato i maggiori danni a Venezia e che costituisce un evento, sicuramente temibile, al quale deve essere commisurata la difesa.

- Anche la chiusura totale di una sola bocca (sempre secondo i progettisti) non è provvedimento protettivo sufficiente nei confronti delle maree atipiche di cui sopra; questa operazione, a differenza della parzializzazione su tutte e tre le bocche, comporta però anche un'alterazione delle ampiezze degli attuali bacini lagunari che affariscono alle diverse bocche.

Da questo esame generale i progettisti hanno tratto la conclusione che la salvaguardia della laguna dalle acque alte, è particolarmente da quelle eccezionali. impone il ricorso a barriere mobili atte a consentire la chiusura totale con temporanea di tutti i varchi di comunicazione mare-laguna ad un livello di guardia prefissato tenendo conto anche dell'esigenza della portualità.

I progettisti individuano poi l'intervento più semplice ed affidabile da eseguire sulle bocche che è quello della costruzione di sbarri transversali successivi, (almeno due) in ciascun canale; il più interno degli sbarri ha il compito principale di sostenere la barriera mobile, mentre gli altri concorrono con il primo a provocare un effetto, sia pure modesto, di attenuazione della marea, ed inoltre esercitano un'azione riduttiva delle mareggiate all'interno dei canali e contro le strutture mobili.



Interventi sulle bocche per l'attenuazione delle maree.

I progettisti propongono di :

- risurre l'area della sezione dei canali per tutta o quasi tutta la loro lunghezza;
- introdurre perdite localizzate con parziali sbarramenti dei canali o aumentare le perdite distribuite lungo tutta la loro lunghezza incrementandone artificialmente la scabrezza.

L'intervento complessivo può anche essere frutto di una combinazione delle operazioni predette.

Nei riguardi del restringimento di sezione per tutta la lunghezza dei porti canali i progettisti valutano che in sostanza si potrebbero ottenere con questo intervento attenuazioni apprezzabili in laguna, fino al 25% delle escursioni in mare di livello max +1,30 m, senza superare velocità di 2,20-2,30 m/s.

Gli inconvenienti del sistema riguardano peraltro:

- riduzione degli scambi d'acqua mare-laguna con le maree medio-basse;
- rischio di erosione e di lisciamento dei fondali con le maree medio-alte, data l'onerosità e la difficoltà di stabilizzare artificialmente l'intera superficie di fondo dei tre porti-canali
- canalizzazione del moto ondoso in caso di mareggiate, lungo i nuovi canali di forma cilindrica; l'attenuazione delle onde è modesta e per evitarne l'impatto contro la barriera mobile in posizione di chiusura occorrerebbe una notevole protezione sull'imbocco a mare con la costruzione di dighe



frangiflutti opportunamente orientate.

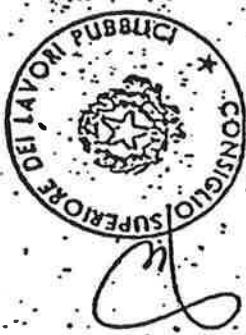
I progettisti, avendo in breve valutato, diversi interventi reputano che la costruzione di uno sbarramento fisso in ogni bocca con un varco di navigazione controllato da una barriera mobile sia il sistema di intervento tecnico di difesa contro le maree che presenta, rispetto ai precedenti, i vantaggi :

- di una maggiore semplicità, flessibilità ed affidabilità;
- di richiedere opere fisse e mobili di minore sviluppo;
- di consentire la localizzazione delle protezioni antierosive del fondo in zone di estensione limitata dove è prevedibile la formazione di grandi vortici..

II - INTERVENTI SUPPLEMENTARI

Viene anche esaminata dai progettisti la possibilità di interventi supplementari, volti a favorire la riduzione di frequenza della chiusura completa delle bocche per la difesa dalle acque alte, così da riservare questa operazione soltanto alle maree di più grave entità; e d'altra parte provvedendo a salvaguardare i centri storici, e segnatamente quello di Venezia, da quelle maree medio-alte, a un dipresso comprese fra quota 0,80 m e quota 1,10 m (od eventualmente anche superiori) sullo zero mareografico.

Le acque alte superiori a 0,80 m si sono presentate con una media annua di 40 casi nell'ultimo ventennio; la frequenza si riduce a 7 casi per acque alte superiori a 1,00 m (con questo livello si allaga il 5% del



territorio cittadino).

Questi interventi figurano in parte già sommariamente indicati nella Legge Speciale per Venezia e negli indirizzi della Presidenza del Consiglio dei Ministri al cui testo si rimanda. Essi possono dividersi in due categorie :

- a) minore soggezione del territorio veneziano alle acque alte per sollevamento del territorio stesso mediante iniezioni profonde, o mediante pressurizzazione delle falde; ovvero con opere locali d'impedimento degli allagamenti, consistenti nel rialzamento delle marginature dei singoli isolotti e provvedimenti collaterali;
- b) aumento dell'efficacia dei restringimenti fissi alle bocche portuali, consentendo alla marea l'espansione nelle valli a pesce o in altre zone di recente imbonimento e favorendone l'espansione attraverso l'apertura di nuovi canali e l'allargamento di canali esistenti; nonché locali colmamenti e rialzamenti di fondali.

Sollevamento con iniezioni profonde

I progettisti hanno anche esaminato la tecnica del "sollevamento" con iniezioni che è stata sperimentata con successo nel 1971-1972 da una ditta specializzata nell'isola di Poveglia, a pochi chilometri dal centro storico di Venezia, con la supervisione dell'Ufficio del Genio Civile per le Opere Marittime.

La sperimentazione puntava soprattutto a dimo-



strare la possibilità di sollevare una certa area contenendo i movimenti differenziali entro i limiti accettabili.

Il trattamento è consistito nell'iniettare a profondità praticamente costante una miscela di caratteristiche tali da ottenere una rottura del terreno alla quota prefissata, con la conseguente formazione di un nuovo strato che provoca il sollevamento omogeneo del terreno sovrastante.

L'area rettangolare utilizzata per detta sperimentazione ($25 \times 35 = 875/m^2$), comprendeva due piccoli fabbricati aventi superficie coperta di circa $120/m^2$ posta in prossimità (450 m circa) di un edificio di notevoli dimensioni e separata dal mare da una fascia di terreno larga 10 m circa.

I progettisti ritengo che il risultato acquisito sia da ritenersi soddisfacente in quanto:

- è stato effettuato l'innalzamento previsto (10 cm circa), mantenendo le differenze di quota tra i vari punti nei limiti preventivati;

- è stata accertata la possibilità di localizzare l'intervento nell'area prevista;



il metodo di controllo dei sollevamenti relativi si è rilevato efficace;

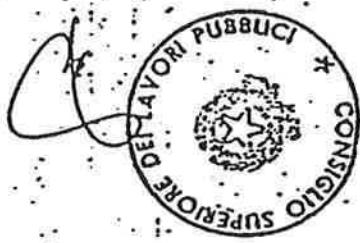
le prove e le livellazioni effettuate concordano nel garantire la stabilità del risultato nel tempo e la assoluta mancanza di effetti secondari negativi.

I progettisti concludono che la tecnica di sollevamento con iniezioni sembra costituire oggi una sicura e determinante possibilità di intervento, se indirizzata verso le singole opere; non è ancora matura invece, per un intervento radicale su una intera isola.

Sollevamento per pressurizzazione delle falde

E' stato preso in esame anche un tipo di sollevamento con immissioni d'acqua nel sottosuolo, che è valso ad arrestare sufficientemente il fenomeno, sempre però in scala ridotta.

A Venezia (così come suggerito da G. Supino) si potrebbe procedere in modo simile, eseguendo una serie di pozzi che raggiungono le varie falde a monte di Mestre e versando in essi acqua proveniente dall'acquedotto del Sile controllandone il livello piezometrico. Nella Venezia insulare detto livello è attualmente inferiore al livello del suo occorrerebbe pertanto riportarsi, lentamente, ad un livello superiore al suolo.



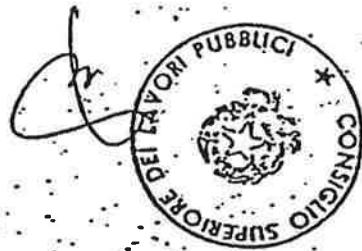
Ricerche più recenti (condotte da diversi studiosi e di cui vi è citazione in bibliografia) mostrano come altamente probabile che per Venezia non vi potrebbero essere notevoli benefici per queste vie.

Pertanto tale soluzione viene, dai progettisti, scartata.

Impedimento dell'allagamento mediante rialzo dei margini degli isolotti

Le opere prese in esame dai progettisti cui ci si riferisce, consistono in un rialzo, fino ad una quota massima da stabilirsi opportunamente dei bordi e dei margini mediati dai veri isolotti che compongono l'abitato cittadino, operazione associata ad un controllo dei fognoli delle acque fluviali intercettandone il libero scarico a partire dalla quota minima di intervento e provvedendo artificialmente al sollevamento per l'immissione nei canali esterni.

Oltre a questi interventi destinati ad impedire il rigurgito della marea, i progettisti segnalano che sia necessario provvedere all'impermeabilizzazione dei vari condotti di fognatura ed altresì al controllo delle murature perimetrali di fondazione di ciascun isolotto. Questi lavori - secondo gli autori - non turberebbero l'ambiente, poiché le cordonature e le altre strutture lungo i margini dei canali potrebbero venire rialzate e spostate conservando le caratteristiche tipologiche locali.



Con tali operazioni (una volta costruite e rese efficienti le opere di regolazione delle bocche portuali) risulta ulteriormente giustificato e limitare il loro intervento a pochi casi all'anno, com'è richiesto Vdi non ostacolare, se non in misura ridotta, la regolarità della navigazione e di non introdurre modificazioni nocive nell'attuale regime di marcia nei riguardi delle sostanze inquinanti.

Va d'altro canto osservato che le operazioni previste in questo progetto di massima per la regolazione delle bocche portuali richiederanno tempi assai lunghi sia per il relativo appalto sia per l'esecuzione e la definizione messa in efficienza, da valutarsi complessivamente in non meno di 6 - 8 anni, laddove gli interventi locali che si possono effettuare nel centro storico per difesa parziale dalle maree sarebbero effettuati in tempo assai brevi.

Cli interventi locali potrebbero peccare convenientemente ridurre gli attuali disagi dovuti ai ripetuti allagamenti (Progetto S.Marco e simili).

Apertura delle valli da pesca all'espansione della marea

Come è noto, lungo tutto il margine lagunare di terra ferma (escluse le zone industriali e l'aeroporto) esiste un fascia di bacini acquei occupati dalle cosiddette "valli di pesca", che sono di antica origine ed hanno



subito successive trasformazioni, passando per ragioni di convenienza da "semiarginate" ad "arginate".

Questi bacini sono separati dal resto della laguna da un argine continuo; ma possono con essa comuni care a volontà attraverso un numero limitato di porte. Praticamente quindi è come se questi bacini, la cui superficie complessiva è di circa 90 Km², venissero esclusi dall'espansione della marea; all'interno infatti il livello oscilla sul medio livello lagunare.

Ai fini del calcolo del beneficio, che l'accennata espansione potrebbe sortire, i progettisti hanno fatto范zitutto una ipotesi estrema, quella cioè che venga completamente eliminata ogni separazione tra il bacino lagunare e le valli. Attraverso l'applicazione di un modello statico i progettisti hanno concluso per la scarsa efficacia dei provvedimenti

I progettisti concludono (come mostrato ampliamente nella Relazione di settore idraulica e marittima), che il beneficio con i restringimenti di progetto risulta del tutto esiguo.

Apertura e ripristino di canali lagunari ed analoghi provvedimenti.

Sempre nell'intento di esaminare quali ne potrebbero essere le favorevoli conseguenze nei riguardi delle altezze di marea nella laguna, i Progettisti hanno preso in considerazione, ed esaminato con il modello propagatori gli effetti contemporanei con i restringimenti proposti, dei seguenti interventi :

- 1) Apertura dei principali canali già esistenti nelle zone di colmata per la 3° zona industriale.



L'effetto, sia in livelli che in portate, è insignificante, in quanto gli esistenti varchi fra le varie casse di colmata alimentano abbondantemente il retrostante specchio lagunare.

2) Ampliamento di sezione del canale di S. Erasmo e del Canale dei Marami.

Non vi sono apprezzabili variazioni di livello nel centro storico, mentre la portata che attraversa la bocca di Lido, esaminata per le maree dell'1 novembre 1968, viene incrementata nei valori massimi di circa il 243%.

Conseguentemente all'apertura si riduce la portata attraverso il varco di S. Nicoldò, mentre si raddoppia all'incirca la portata del Canale di S. Erasmo.

3) Eliminazione degli ostacoli costituiti dalla strada Romeo nel sottobacino di Chioggia.

L'effetto di questa eliminazione è ritenuto dai Progettisti del tutto insignificante sia sui livelli sia sulle portate dell'intera laguna, mentre si ha un apprezzabile miglioramento locale delle condizioni di flusso verso la parte isolata del bacino, che attualmente comunica con il resto attraverso due varchi di canali.



Considerazioni conclusive dei progettisti

Degli interventi supplementari innanzi citati, quello consistente nella pressurizzazione delle falde aquifere profonde non sembra poter essere preso in considerazione al momento attuale, e d'altra parte è assai dubbio che possa portare apprezzabili benefici.

La difesa locale dei singoli isolotti costituenti l'abitato veneziano con il rialzo delle marginature e conseguenti provvedimenti di bonifica interna (cosiddetto "progetto S. Marco") sembra essere una soluzione applicabile alle parti più depresso, tanto più che il costo delle opere non appare a tutt'aprima rilevante; ma, data la particolarità e la delicatezza di un simile intervento, ne va preventivamente esaminata la fattibilità su zone cittadine marginali che presentino caratteristiche differenziali.

Quanto all'espansione della marea nelle valli di pesca arginate, l'indagine ha portato a concludere che non può sortire effetti di alcun rilievo per l'abbassamento dei flussi di marea anche se accompagnato dai restringimenti fissi delle bocche proposti nel progetto.

Altrettanto, dicasì, a maggior ragione, per i provvedimenti consistenti nel facilitare la propagazione della marea mediante apertura od ampliamento di canali lagunari.

Tutte queste opere potranno solo influire localmente sulle portate e sui livelli di marea, con effetti



per un verso positivi ma per altro verso anche negativi.

Anche gli altri interventi indicati negli "indirizzi", quali il colmamento di alcune erazioni profonde che si presentano nel bacino lagunare ed il ripristino di fondali più elevati nei canali delle bocche, secondo i progettisti non darebbero che effetti molto limitati e di dubbia utilità nei riguardi della difesa dalle acque alte di marea; a parte il fatto che l'esecuzione di simili opere sarebbe ol tremendo onerosa, contrastando esse con la spontanea evoluzione attuale della morfologia lagunare.



III - SOLUZIONE ADOTTATA PER LA PARTE FISSA
DEGLI SBARRAMENTI ALLE BOCCHE

Soluzione scelta e criteri di proporzionamento

Sulla base delle considerazioni su esposte, la soluzione più conveniente secondo i progettisti per la salvaguardia della laguna di Venezia risulta quella rappresentata da una serie di almeno due sbarramenti fissi, trasversali, in ogni bocca, interrotti da varchi di navigazione, il più interno dei quali dovrà essere dotato di una barriera mobile e sommergibile. Questo tipo di intervento presenta i seguenti vantaggi generali:

- a) gli sbarramenti fissi possono essere sperimentati prima del montaggio delle barriere mobili, confrontando gli effetti con le previsioni di progetto, e avendo la possibilità di modificare eventualmente l'ampiezza delle aperture senza sostanziali variazioni di spesa;
- b) la posizione degli sbarramenti può essere localizzata in posizione favorevole per l'accesso ed il collegamento a terra delle stazioni di comando e di controllo delle barriere mobili;
- c) il modesto sviluppo longitudinale dei varchi e degli sbarramenti consente di proteggere il fondo nelle posizioni di prevedibile formazione di vortici e



intorno alle stesse opere in modo da assicurare la stabilità;

d) i verchi di navigazione a chiusura controllata si possono situare in posizione tale da essere raggiunti dalle mareggiate soltanto in misura molto attenuata anche senza dover ricorrere a grosse difese a mare; ciò facilita la manovra ed aumenta l'affidabilità degli organi mobili.

Per un'azione protettiva contro la propagazione delle mareggiate all'interno dei porti-canali ed anche per ridurre l'inconveniente di alte velocità nei verchi di navigazione è stato preferito lo intervento almeno di un'altra struttura in ogni località: si tratta a mure rispetto a quella dotata di chiusure mobili.

Infine, per quanto riguarda la gestione ordinaria degli organi mobili di chiusura gli Autori sostengono che, eseguendo la loro manovra soltanto al di sopra del livello di guardia (cioè poche volte all'anno), non conviene parzializzare le aperture. In tal modo, infatti, il beneficio di attenuazione della marea e di ricambio d'acqua in laguna sarebbe modesto mentre, al contrario, sarebbe alto il rischio di erosioni ed impossibile il passaggio di natanti a causa del valore troppo elevato delle velocità di flusso. Secondo i progettisti sarebbe più opportuno ricorrere alla chiusura totale, che comporta la protezione sicura della laguna dalle acque alte ed i



cui riflessi negativi sull'inquinamento e sulla navigazione sono sopportabili se i casi di intervento restano limitati alle maree eccezionali.

Proprio in vista della possibilità in tempi lunghi di dover ricorrere a manovre frequenti degli organi mobili, è progettata un "eventuale" seconda fusa di intervento tecnico con la costruzione di conche di navigazione a Lido e a Malamocco e con un'ulteriore protezione delle mareggiate dello specchio acqueo esistente, qualora l'esperienza dei grossimi anni dimostrasse l'esigenza di una maggiore tranquillità per le marine richieste dall'uso delle conche.

Come criterio base di progettamento è stato adottato quello di tipo idraulico, consistente nel limitare l'aumento del coefficiente di velocità al 50%.

Dei risultati ottenuti in applicazione di questo criterio impiegando una doppia serie di restrimenti, è stata di volta in volta verificata la compatibilità con altri fattori (alcuni fra loro contrastanti) influenti sulla funzionalità delle opere da realizzare, e precisamente:

- la riduzione dei volumi di scambio mare-laguna per effetto delle opere fisse;
- l'abbattimento dei livelli di marea attribuibile alle stesse opere fisse;
- il rapporto tra estensione delle opere fisse e attenuazioni di livello conseguibili con l'am-



- plimento del bacino di espansione;
- la flessibilità e la roversibilità delle opere, che diminuiscono con l'estensione della parte fissa;
- l'affidabilità del sistema, che diminuisce con l'estensione della parte mobile;
- i costi di impianto e di esercizio, che aumentano con l'estensione della parte mobile rispetto a quella fissa.

Bocca di Lido

Il primo restringimento del porto canale è previsto ad una distanza di circa 1100 m dall'estremità del molo nord. La larghezza dell'apertura, di 410 m, lascia libera una sezione di circa 5000 m², maggiore dell'area complessiva dei successivi varchi dovati di barriere mobili. Lo sbarramento è costituito da un paucicò trasversale radicato al molo nord, che lascia aperto il varco tra la sua estremità ed il molo sud. In questo modo l'apertura risulta centrata rispetto all'asse di navigazione.

All'interno del bacino di Lido è previsto lo sbarramento principale.

La sua posizione, nella direzione verso S.Nicolò e S.



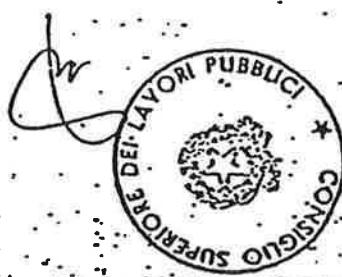
e prevista
Erasmo, lontano dalla curva che porta al forte di S.Andrea, accessibile da terra e con uno specchio acqueo abbastanza ampio davanti al varco e all'eventuale conca di navigazione. La posizione verso Treporti è stata scelta in modo da creare, dal lato mare, un ampio bacino di espansione per le onde. Un canale aderente allo sbarramento, dal lato laguna, è previsto per consentire la navigazione interna anche se barriere chiuse e per facilitare la costruzione dello sbarramento stesso.

Per effetto dei fenomeni dissipativi e di diffrazione all'impercettibilità del mare e nell'attraversamento del primo sbarramento gli Autori ritengono che l'altezza del moto ondoso che raggiungerà lo sbarramento principale sarà ridotta a meno del 35%.

Nello sbarramento principale sono progettati due varchi di navigazione con barriere mobili: uno verso S.Nicola (ed eventualmente verso S.Erasmo) di sezione $260 \times 12 \text{ m}^2$ ed uno verso Treporti di sezione $230 \times 8 \text{ m}^2$.

Le profondità dei varchi sono state scelte in modo da lasciare un cuscino d'acqua fra la chiglia dei navanti e la soglia fissa, onde evitare rischi di collisione anche in condizioni di marea molto bassa.

Moltre, si è tenuto presente che a parità di area risulta più conveniente aumentare l'altezza delle barriere mobili piuttosto che la loro larghezza e che, data l'importanza dell'opera, conviene essa sia dimensionata con un certo respiro in modo da potersi ade-



guere anche ad imprevedibili esigenze future.

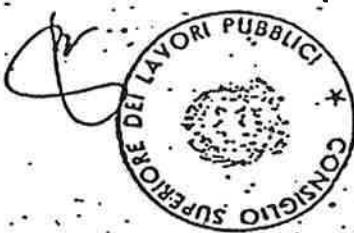
Opere complementari

In vicinanza dei varchi si prevede la protezione del fondo.

Il fondo del canale di S.Nicolo, in corrispondenza del Forte di S.Andrea, presenta un affossamento che raggiunge quasi anche i 30 m di profondità. Per la stabilità del Forte i Progettisti consigliano procedere ad un'opera di ripristino e di protezione del fondo davanti al Forte. Sembra opportuno ai Progettisti ridurre il flusso d'acqua verso S.Nicolo deviando una parte della corrente di marcia attraverso il canale di S.Erasmo, oggi quasi inattivo. Per questo occorra aprire un canale di comunicazione tra il S.Erasmo ed il canale dei Marni che favorisca il deflusso delle acque verso Murano e la riva nord di Venezia, a scapito delle portate defluenti attraverso la strettaia del Forte di S.Andrea.

Opere di 2^a fase

Nell'eventualità che un aumento di frequenza delle operazioni di chiusura renda conveniente l'impiego di



una conca di navigazione, si è riportata in un elaborato di progetto, contraddistinto con l'indicazione di 2^a fase, anche la possibile posizione di una conca di navigazione. Poiché in tal caso la tranquillità richiesta per lo specchio acqueo anti-stante la conca può essere maggiore di quella consentita dalle opere di 1^a fase, e sempre che tale esigenza sia provata dall'esperienza diretta, si può ricorrere ad una protezione dell'im-boccatura con i moli frangiflutto.

Questa ulteriore difesa secondo i Progettisti non porterebbe ad aumenti sensibili di velocità, perché il frangiflutto a sud-est della bocca non è collegato con il molo sud e resta aperto fra le 2 strutture un largo passaggio per il flusso di marea.

E' stata prevista una conca di navigazione edatta ad essere inserita nello sbarramento di S.Nicola.

Bocca di Malmomocco

I Progettisti hanno rilevato che l'attuale canale ha una lunghezza insufficiente per un efficace pro-

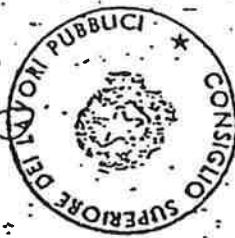


tezione dalle mareggiate di uno sbarramento lagunare. Si prevede perciò una soluzione che, retrando lo sbarramento principale all'interno della laguna, lo fa precedere da un bacino di espansione delle onde di larghezza maggiore del canale, senza tuttavia allungare troppo il collegamento interno tra i lidi a nord e a sud della bocca. Il varco di navigazione, aperto intorno all'attuale asse di navigazione, ha dimensioni $300 \times 15,0 \text{ m}^2$.

L'imboccatura a mare viene ristretta fino a 300 m di larghezza e spostata verso l'esterno con un allungamento di circa 200 m del molo nord e la costruzione di una diga frangiflutti a sud, diga che resta separata dal corrispondente molo guardiano attraverso una larga apertura atta a concegliere una parte del flusso di marea.

I Progettisti ritengono che l'allungamento delle opere di protezione marittima, necessario per raggiungere un'attenuazione sostanziale dell'altezza delle onde, non possa portare squilibrio al litorale in quanto il trasporto litoraneo appare ormai insignificante nella zona intorno a Malamocco, come di seguito espresso.

Per raggiungere un valore di attenuazione fino al 50% dell'altezza del moto ondoso ed anche per ridurre, a parità di condizioni, la velocità di flusso attraverso il varco di navigazione, si prevede



anche in questo caso uno sbarramento intermedio, trasversale, radicato al molo nord - e quindi orientato prevalentemente contro le mareggiate da scirocco - e che lascia un varco largo 315 m, al l'incirca della stessa area di quello previsto nello sbarramento principale.

Opere complementari.-

La protezione del fondo intorno ai varchi è del tipo adottato per la baia di Lido.

Opere di 2^a fase.-

Se un aumento della frequenza di intervento della barriera mobile renderà conveniente l'impiego di una conca di navigazione, l'elaborato di progetto indicato come 2^a fase mostra la possibilità di realizzazione di tale opera.

Per migliorare la manovrabilità dei natanti nel bacino antistante la conca, viene eliminato il penello detto "delle Ceppe".

L'effetto protettivo dalle mareggiate potrà essere mantenuto ed eventualmente aumentato con la costruzione di un secondo sbarramento parziale, posto cir-

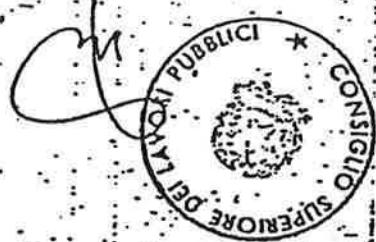


ca 350 m verso mare dal pennello demolito e radicato al molo sud.

Si prevede inoltre la costruzione di una conca di navigazione, del tipo descritto precedentemente, ubicato nella posizione indicata nella relativa planimetria.

Bocca di Chioggia

- Le opere previste dal progetto sono costituite da:
 - un prolungamento di entrambi i moli guardiani con digne convergenti in modo da ridurre la larghezza dell'imboccatura a 300 m per difesa contro le mareggiate, conservando all'interno una sagomatura idrodinamicamente conveniente per ridurre i distacchi di vena e la formazione di vortici durante il flusso di marea;
 - due pennelli contrapposti, radicati ai moli guardiani con apertura fra loro di 360 m, con il compito di ridurre le velocità delle correnti di marea e di parziale difesa dalle mareggiate (attenuazione complessiva, unitamente ai moli guardiani, del 60% circa);
 - uno sbarramento principale che delimita il varco di navigazione munito di barriera mobile e che ha le dimensioni $280 \times 9,0 \text{ m}^2$; esso è adiacente, verso nord, ad un porticciolo rifugio atto al ricovero dei na-

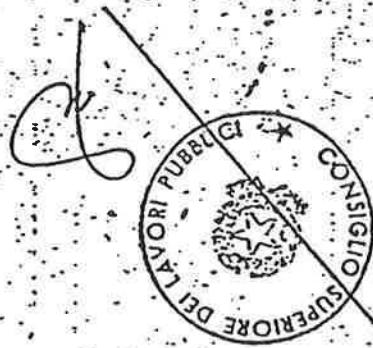


tanti.

Il lato verso mare dello stesso porticciolo, rivestito con scogliera a dolce pendenza, viene previsto per costituire una parziale difesa del varco di navigazione dalle mareggiate da bora.

Opere complementari.-

Le superfici del fondo vengono convenientemente protette dall'erosione.



IV. BARRIERE MOBILI

Requisiti richiesti

Le soluzioni testé descritte prevedono di intervenire con sbarramenti mobili per la chiusura dei seguenti varchi:

Bocca di:	Larghezza	Profondità
	(m)	(m)
Malamocco	300	15
Chioggia	280	9
Lido S. Nicolo	260	12
Lido Treporti	230	8

Per la scelta del tipo di barriera mobile da mettere sono stati fissati dai Progettisti i seguenti requisiti. Il primo luogo che l'opera:

- 1) Non richieda pile intermedie, per modo che con lo sbarramento abbattuto la sezione dei varchi resti integra, aperta al deflusso delle acque nei due sensi e senza ostacoli o pericoli di sorta, in caso di nebbia o tempesta, per eventuali natanti in difficoltà;
- 2) non richieda sovrastrutture aeree le quali, oltre a porre limiti all'altezza delle navi che debbono



transitare sotto di essa, sarebbero costantemente presenti, a varchi aperti, a costituire una vera e propria barriera opprimente e non esteticamente accettabile all'accesso in laguna;

- 3) non richieda rotaie fissate sul fondo, che impongono problemi di manutenzione e di protezione di non agevole soluzione in presenza di acqua di marea;
- 4) non richieda tempi di montaggio eccessivamente laboriosi, con eccettuabili nelle condizioni di funzionamento imposte dal caso;
- 5) non richieda, infine ciclopiche opere di fondazione sottomarina;
- che, inoltre, l'opera sia:
- 6) durevole;
- 7) di funzionamento ad alto grado di affidabilità;
- 8) di manutenzione non disagiabile e tale da potersi eseguire per tronchi separati;
- 9) capace di sopportare l'azione del moto ondoso, attenuandone i fenomeni d'urto sul fronte della barriera ed i conseguenti effetti sulle strutture di fondazione;



10) tale da non mandare in crisi l'intero sbarramento in caso di urto di natante o relitto contro di esso e di conseguente cedimento di qualche sua parte.

Sono risultate così automaticamente escluse dai Progettisti:

- le paratoie piane verticali ed a farfalla;

- le paratoie a celata ed a settore;

- le paratoie a telescopio orizzontale;

poiché ciascuna di esse contravviene (secondo gli stessi Progettisti) ad almeno una delle condizioni richieste. Si primi cinque tra i punti sopra elencati;

- le paratoie a barca-porta, per non soddisfare la condizione della facilità di manovra;

- le paratoie a cassone emergente, a tombolo ed a trappola d'orso,

che, pur essendo ritenute validissime e, praticamente, senza limitazione nella larghezza delle luci da sbarrare, contravvengono peraltro palesemente alla condizione posta in 5).

Sono stati scartati del pari, in quanto non soddisfano per lo meno ad una delle condizioni fissate in 6)

7) 8) 9) e 10) gli altri tipi dotati ciascuno di caratteri -



uticlo di indubbio interesse, presentano incertezza in relazione alla scelta dei tessuti, al comportamento di questi nel tempo, alla delicatezza costruttiva intrinseca, alla vulnerabilità (in esercizio, ma anche fuori esercizio allorché restano adagiati sul fondo) per urti accidentali di notante o di rotolati, nonché, soprattutto per l'ultimo tipo, alla difficoltà di realizzare validi giunti tra elemento ed elemento di paratoia, indispensabili su luci che, come si è visto, variano tra i 230 ed i 300 m.

Pertanto la scelta dei Progettisti deve sui tipi di paratoia a ventola collegante.

Tipo di paratoia proposta

Il tipo di soluzione che viene proposta, si prefigge di realizzare uno sbarramento che, non contravvenendo ad alcuna delle prescrizioni più su elencate, è caratterizzato dall'essere costituito da elementi di paratoia che (oltre a soddisfare a quanto esplcitamente richiesto ai punti 6, 7, 8, 9 e 10) sono anche di agevole esecuzione, montaggio e trasporto. Detti elementi di paratoia sono costituiti da 4 ovvero (ed in un solo caso) da 5 moduli cilindrici circolari ($\varnothing 4,80\text{ m}$) affiancati con l'interasse di 5,00 m.



e resi solidali tra loro in modo da formare ventole di dimensioni:

Lunghezza: 20 m (4 moduli) ovvero 25 m (5 moduli)

altezza: funzione dell'altezza h della sezione da chiudere

spessore massimo: 4.80 m (pari al diametro dei moduli cilindrici)

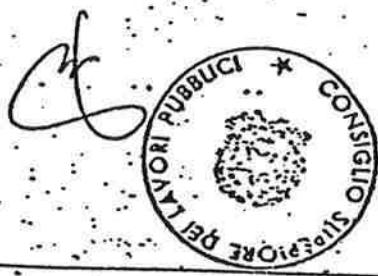
incernierato alla base (lato mare) su eproposito soglio di cemento armato.

Il numero di ventole previsto per la chiusura delle singole bocche risulta dal seguente progetto:

Bocca di	Numero ventole	Lung. ventola	Totale
----------	----------------	---------------	--------

Malamocco	15	20 m	300 m
Chioggia	14	20 m	280 m
Lido S.Nicolo	13	20 m	260 m
Lido Treporti	11	9 da 20 m 2 da 25 m	230 m

Dette ventole, incernierate (come precisato) soltanto alla base, sono libere di oscillare, secondo il mare, con oscillazioni che peraltro sono assottigliate dall'i-



inerzia del sistema costituito dalla struttura metallica e dalla massa aggiunta dell'acqua (interna ed esterna).

In condizioni normali la paratoia è adagiata sul fondo, appoggiata su culle in gomma disposte allo interno di apposite fosse di alloggio.

In caso di necessità (marea oltre il limite di guardia prefissato) i vari moduli componenti vengono riempiti di aria mediante un collettore che si dirama in tanti tubi, uno per modulo.

L'aria perviene così all'interno dei vari moduli e, poiché è in pressione, espelle l'acqua che esce dall'apertura inferiore fino a che (quando ci è abbastanza aria nei moduli) la paratoia ruota e sale per venendo ad una configurazione di equilibrio intorno alla verticale che è funzione del dislivello mare-laguna.

Viceversa, altrorché cessa la necessità di sbarrare il flusso alla marea, mediante telecomando pneumatico viene aperta una valvola a membrana cilindrica disposta sul coperchio bombato dei vari moduli e la aria esce da questi, essendo all'opposto l'altra estremità dei vari moduli aperta, riportando la paratoia nel suo alloggiamento.

Nella parte bombata superiore dei moduli sono altresì disposte (oltre alla valvola di sfato) le valvole di immissione dell'aria, nonché a dispositivi di segnalazione di posizione, col vantaggio di potere i



spazionare il tutto all'asciutto, a paratoia alzata.

I Progettisti fanno rilevare che, qualora per una qualsiasi ragione non arrivasse aria in pressione ad uno o due dei quattro o cinque moduli costituenti il singolo elemento di paratoia, questo si alzerebbe ugualmente mercè la riserva di spinta di galleggiamento fornita dai moduli restanti. Unica variante: la maggiore inclinazione di detto elemento rispetto alla verticale.

Quando la paratoia è sollevata essa è capace di oscillare, sottraendosi così al prospettivo pericolo di urto brusco da natante o relitto che si avrebbe ave essa fosse fissa.

Tra una paratoia e l'altra esiste un nastro, che garantisce le paratoie dal pericolo di un urto reciproco. La portata attraverso detti nasti secondo i progettisti è irrisonia, peraltro non quantificata. A causa della spinta di galleggiamento lo sbarramento formato dalle paratoie è in grado di sopportare (secondo calcoli progettuali) un dislivello statico mare-laguna fisso a +1,50 m, posto che il livello della laguna sia pari o poco superiore al medio mare. Con quota della superficie lagunare elevata a circa +1,0 m s.m. come prevede l'ordinaria entrata in funzione del sistema, la barriera mobile può sopportare un ulteriore dislivello statico mare-laguna fino al massimo



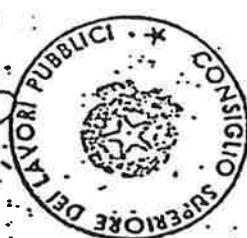
mo prevedibile di 1,0 m ($1,94 - 1,00 = 0,94$ m è stato il massimo finora registrato nel 1966), più un sovrapposto moto ondoso, senza tracimazioni, fino ad onde di ampiezza totale intorno a 2,0 m.

Sotto l'azione dinamica del moto ondoso le paratoie oscillano attorno ad una posizione di equilibrio che, come si è detto, è funzione del dislivello mare-laguna e del peso della struttura. Con opportuna zavorratura, secondo i progettisti, è possibile fissare tale posizione intorno ad un angolo di 15° rispetto alla verticale (lato laguna) con il dislivello statico $+0,50$ m.

I Progettisti affermano che lo sbarramento sollevato può, entro certi limiti, trattener il dislivello nei due sensi; pertanto, è anche possibile creare un battente in laguna superiore al livello del mare allo scopo di provocare energiche correnti di lavaggio.

Fondazioni ed opere accessorie

Le paratoie sono incernierate su elementi modulari di soglia costituiti da cassoni in c.a. e c.a.p. prefabbricati per il tramite di apposita trave metallica porta-cerniere, attraverso cui è possibile ed agevole il posizionamento e l'allineamento delle due cerniere previste per ogni modulo cilindrico.



Detti elementi di soglia a cassone hanno interassi pari a quelli delle sovrestanti paratoie e sono fon dati su pali per il tramite di apposito zatterone.

L'adozione della fondazione su pali, previsti, oltre che per le soglie degli sbarramenti mobili, anche per le pile-spalla che li delimitano, deriva dalla necessità di assicurare un cedimento minimo ed uniforme sia sotto le soglie ad evitare impedimenti al sollevamento delle paratoie, sia sotto le pile per le gravose condizioni di carico cui sono sottoposte.

Pur ogni modulo cilindrico, e quindi per ogni coppia di cerniere, sono previsti due pali (rispettivamente a valle, si e acque) verso i quali convergono apposite coppie di nervature, che partendo dalla parete porta cerniere con internasse uguale a quello di due moduli cilindrici contigui, proseguono divaricandosi verso l'attacco allo zatterone di base in modo da convergere verso il palo di fondazione a monte.

Nella piastra di base di ogni elemento di soglia sono previsti 8 fori (10 per gli elementi di soglia relativi alle paratoie a 5 moduli) per l'incastro di altrettanti pali di fondazione.

Quattro degli otto pali (ovvero dieci) previsti per ogni elemento di soglia sono di guida e vengono preventivamente battuti per mezzo di una dima.

Raggiunta la quota voluta, dovranno essere superiormente muniti di collari sui quali si appoggia l'ele-



.442

mento di soglia.

Completata la palificazione con i restanti 4 (ovvero 6 pali) che vengono infissi attraverso la soglia in opera, le teste dei pali vengono tagliate e si aggillano alla soglia.

Agli effetti di possibili sifonamenti delle soglie è prevista una modesta palencolata frontale in alternativa a iniezioni di calcestruzzo di bloccaggio, da gettarsi per mezzo di pompa al di sotto degli zatteroni a posa dei pali e venuta.

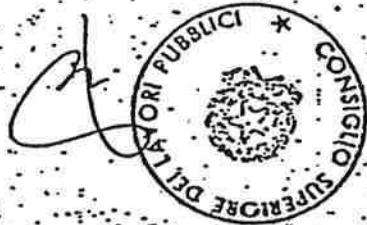
Sono del pari previsti prefabbricati gli elementi costituenti alloggiamento per le paratoie abbassate.

Sono stati predisposti all'interno delle piastre di base, dei condotti, attraverso i quali aspirare e con vogliare verso appositi collettori, a cui in varso per il successivo sollevamento, i sedimenti che durante l'esercizio delle paratoie potranno eventualmente depositarsi all'interno dell'alloggiamento.

All'interno degli elementi di soglia corre un cunicolo di ispezione, nel quale sono alloggiate le condutture di alimentazione dell'aria compressa e sono sistemate le apparecchiature di controllo, di regolazione ed auxiliarie.

I cunicoli di ispezione sono direttamente collegati alle "Centrali" ubicate all'interno delle pile-spalle dei limitanti lo sbarramento.

All'interno di dette "Centrali" sono ubicati i compressori per la produzione dell'aria compressa necessaria



per le manovre delle paratoie e per i telecomandi. Le unità di compressione principale sono comandate da motori elettrici alimentati dalla rete ENEL mediante una linea preferenziale.

E' prevista una centrale di compressione con un numero di unità di compressione ed elettrogene sufficienti a garantire il funzionamento normale dello sbarramento anche con il 50% dei gruppi fuori servizio.

Serbatoi di accumulazione dell'aria compressa sono disponibili per sovriggere a momentanee帆icità del mare macchia.

Le centrali sono dimensionate per aprire le paratoie del rispettivo sbarramento in un tempo globale di circa un'ora.

La riduzione del tempo di chiusura a valori più brevi (possibile, se pure con maggiore spesa, fino ad un minimo di circa mezz'ora) potrebbe comportare non opportune sopravvivenze temporanee del livello del mare, davanti allo sbarramento.

La protezione anticorrosiva, sia delle parti immerse in acqua che dei componenti della centrale, viene altresì presa in considerazione.

Per le parti immerse in acqua si è prevista una protezione costituita da uno strato di vernici epossidiche a due componenti ad alta resistenza.



Per le restanti strutture metalliche si è invece previsto un trattamento che consiste, dopo sabbatura al metallo bianco, in un rivestimento di primer e clorocaucciù.

Le articolazioni delle cerniere sono realizzate con una boccola di bronzo navale trattato con apposito materiale autolubrificante.

I perni in acciaio sono previsti rivestiti con leghe inossidabili in acqua di mare; i tiranti di ancoraggio dei supporti di rotazione alla soglia sono inossidabili, come tutte le tubazioni rigide di convogliamento dell'aria.

I tubi flessibili sono stati previsti in neoprene protetti con rate in acciaio inossidabile; i cavi alettrici sono pure rivestiti in neoprene.



V - GESTIONE DELLE OPERE E PROBLEMI DEL TRAFFICO MARITTIMO

Penalizzazioni portuali per cause varie e manovre alle bocche

Con il progetto di massima qui presentato, adottando una gestione opportunamente studiata delle opere mobili alle bocche di porto, i progettisti ritengono possibile mantenere in laguna un livello di guardia sufficiente a proteggere dalle inondazioni la struttura degli edifici storici della città e l'attività urbana, nonché mantenere, nel contempo, la vivificazione della laguna.

Scogliendo per il centro storico di Venezia un livello di guardia di 1 metro sul livello del codice mare di riferimento (l.m.m. 1897), si chiuderebbero le bocche con acque alte superiori o uguali a questa quota. Con tali interventi si penalizzerebbe il traffico marittimo per lo 0,3% del tempo (34 ore su 3540 annuali) in media e al massimo per l'1% del tempo (90 ore), in anni eccezionali come il 1979.

I progettisti fanno presente che le attuali penalizzazioni al traffico marittimo, dovute a cause naturali (nebbia e acque basse) e a cause antropogeniche (infrastrutture e servizi del porto insufficienti), superano tali valori.

Basti citare che il tempo di attesa in rada o in barca a causa della nebbia è in media di circa dieci volte superiore a quello che si produrrebbe con la



chiusura delle bocche; senza, poi, ricordare il caso eccezionale del gennaio 1972 in cui la nebbia durò 13 giorni consecutivi.

Inoltre, l'inagibilità del porto per le navi di maggiore pescaggio dovuta alle acque basse risultarebbe della stessa durata media annuale (32 ore) della chiusura delle bocche.

Dalla relazione di settore - concernente appunto la gestione degli sbarramenti e la portualità - risulta che con una buona gestione e manovre opportunamente studiate sarebbe possibile ridurre l'inagibilità del porto a circa la metà del tempo citato (cioè al valore medio annuale della 0,15%), evitando la chiusura contemporanea delle tre bocche (parzializzazioni) e tenuto conto della differenza di fase di marea fra mare e laguna; ciò ad esempio potrebbe essere ottenuto chiudendo Malamocco per ultimo, quando il livello in mare ha già raggiunto 1,10 metri.

Per la determinazione dei tempi di durata dell'inabilità del porto per chiusura delle bocche sono considerate, per ogni evento, due ore per le manovre di sollevamento ed abbattimento delle paratoie e mezz'ora per la messa in moto delle navi in attesa.

INAGIBILITÀ DEL PORTO

a) per nebbia: (media annuale su 10 anni = 1970 - 80)

(Solo di giorno dall'alba al tramonto scartando le durate inferiori a mezz'ora)

60 casi, 355 ore

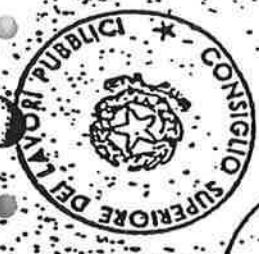
28 casi, 120 ore



b) Per acque basse: (media annuale su 20 anni, 1960 - 80)	18 casi, 32 ore
c) Per chiusura delle bocche con livello in mare > 100 cm con livello in mare > 110 cm Massimo annuale (1979) a livello 100 cm con livello in mare 110 cm Minimo annuale (1974) > 100 cm	7 casi, 34,5 ore 2,45 casi, 12 ore 18 casi, 92 ore 7,5 casi, 21 ore 0 casi, 0 ore

Secondo i progettisti con il presente progetto il ricambio delle acque lagunari sarebbe ridotto al massimo del 5-10% a causa dei rostringimenti fissi sulle tre bocche di porto, con la conseguente riduzione delle portate. Tuttavia, con chiusure differenziate delle bocche, eseguite soprattutto nelle notti estive (quando la escursione marziale è ridotta e rapidi cambi di temperatura possono causare condizioni eutrofiche abnormi), sarà possibile forzare la circolazione del bacino del Centro Storico di Venezia in senso unico almeno per qualche ora.

Un metodo consigliato dai progettisti sarebbe: la chiusura di S. Nicolò e Treporti in fase di riflusso, lasciando le acque lagunari uscire per Malamocco e Chioggia; si pensa così di ottenere un tiraggio d'acqua che modifichi in senso favorevole le correnti residue di marea ed esegua un "lavaggio" dei 40 km di canali del Centro Storico, oltre che una vivificazione nelle zone critiche della laguna dove statisticamente la fertilizzazione e la temperatura provocano la degenerazione delle acque lagunari. Questa degenerazione provoca i noti effetti di putrefazione e morte di pesci per anossia, fenomeni che si sono ripetuti frequentemente negli ultimi anni.



Sistemi di controllo e gestione dei medesimi

Per poter gestire il sistema in modo ottimale i progettisti ritengono necessario un Centro Operativo per il calcolo e la decisione, e 4 Stazioni di bocca per l'esecuzione delle manovre di ciascuno sbarramento.

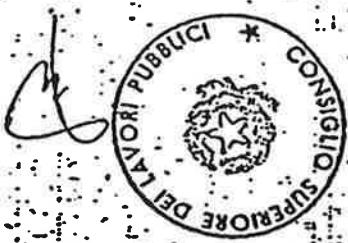
Il funzionamento del sistema presuppone che le informazioni sulle acque alte dovranno essere fornite dal Servizio di Previsione del Comune attualmente in fase di sviluppo e già dotato di personale. Tale previsione è possibile oggi con 6 ore di anticipo, che si prevede possano aumentare fino a 12 ore, nel 1983.

I sistemi presuppongono anche che il Provveditorato al Porto e la Capitaneria di Porto siano gli enti giuridicamente competenti per la previsione e il controllo del traffico marittimo, sia in avvicinamento che in La Punta.

Sulla base delle informazioni ricevute da questi enti e con l'uso di programmi ed algoritmi predisposti, attraverso un calcolatore, il Centro Operativo avrà gli elementi per decidere il tipo e il tempo dell'intervento con anticipo maggiore di 6 ore.

Sia il Comune che la Capitaneria di Porto dovranno provvedere rispettivamente agli avvisi alla cittadinanza ed al traffico con le opportune segnalazioni acustiche ed ottiche e con i codici che saranno da loro scelti.

Le Stazioni di bocca, avviate per tempo, dovranno controllare il sistema di manovra mettendo motori



quadro di controllo nella fase "pre-operazione" e portando la paratoie in condizioni di minima spinta negativa. Con l'evacuazione di un opportuno volume d'acqua dagli elementi, all'istante preciso dell'ordine di sollevamento e con le modalità ricevute dal Centro Operativo, ciascuna Stazione provvederà alla chiusura della bocca relativa.

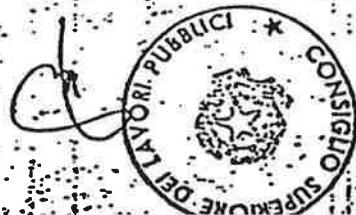
Al termine della riapertura, sia la cittadinanza che il traffico marittimo saranno avvertiti con segnali opportuni.

I modelli e i programmi per le decisioni di intervento per tutta la gamma di casi tipici, dovranno essere studiati presso Istituti di calcolo specializzati e continuamente aggiornati.

Costi di esercizio

I Progettisti hanno calcolato il costo di esercizio dell'intero sistema di gestione (ciclo del Centro Operativo e delle 4 Stazioni di bocca) in 2,1 miliardi di lire, ai prezzi correnti del 1981 o 1980, per manutenzione, materiali di consumo e personale; i dettagli sono illustrati nella Relazione di settore anzidetta.

Per l'alimentazione sia dei motori che azionano i compressori d'aria necessari al sollevamento delle paratoie, sia di tutte le apparecchiature delle Stazioni di bocca e del Centro Operativo è stato scelto il sistema elettrico, perché offre (ad avviso dei progettisti) una maggior sicurezza operativa, una minore spesa



di manutenzione e per ricambi, nonché minori pericoli di incendio e/o discoppio, rispetto all'alimentazione autonoma con motori diesel.

Per garantire l'alimentazione costante dovrà essere richiesta all'E.NEL una "Linea Preferenziale" che sia in tensione anche in caso di fuori servizio o black-out di una centrale della rete distibutiva.



VI - RIFLESSI SULL'INQUINAMENTO

L'informazione disponibile:

Nel corso dello studio è stata esaminata tutta l'informazione disponibile in merito a:

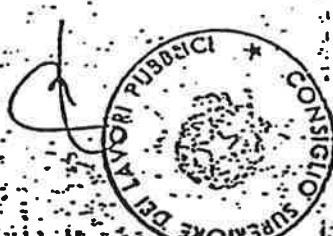
- idrodinamica lagunare;
- sorgenti di inquinamento a carico inquinante;
- stato di inquinamento della laguna;
- opere di depurazione previste e relativo stato di avanzamento.

Secondo i progettisti ne è risultato un quadro solo parzialmente soddisfacente, in quanto per alcuni settori i dati sono incompleti e/o contraddittori. Il settore dell'idrodinamica lagunare è quello che presenta il maggior numero di modelli fenomenologici, così come risulta dalla relazione idraulica, alla quale si rimanda per i particolari.

Il carico inquinante

I dati disponibili sui carichi inquinanti sono soddisfacenti per quanto riguarda la componente domestica, per la quale si hanno i seguenti valori:

	Fascia dei 10 km più Venezia ins.	Residua area scolante
n. abitanti residenti (ISTAT '76)	707.803	284.287



Sul carico inquinante di origine industriale esistono diverse stime, tra cui le principali sono contenute nel Piano Direttore, nell'indagine effettuata dal Comune di Venezia in base alle denunce di scarico fornite dalle imprese di Porto Marghera, nel Primo Programma Regionale di Risanamento.

I relativi dati di sintesi si confrontano come segue:

Documentazione	Abitanti equivalenti industriali	
	Porto Marghera	Residua area scolanto
Piano Direttore	650.000	180.000
Comune di Venezia	1.000.600	-
Primo Programma Reg. di Risanamento	1.250.000	1.500.000

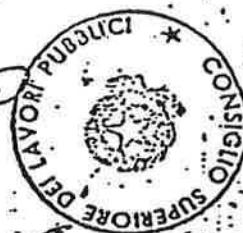
In merito all'inquinamento di provenienza agricola si dispone soltanto di una valutazione effettuata (nello ambito di uno studio commissionato dal Ministero Agricoltura e Foreste) estrapolando una serie di dati ricavati sperimentalmente in un bacino campione. Da tale valutazione risultano, per i parametri più significativi, i seguenti carichi:

COD 34.000 t/a

N tot. 27.000 "

P tot. 227 "

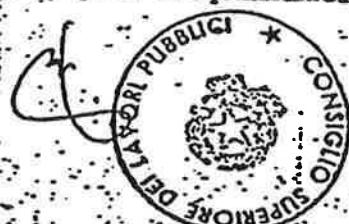
Tali valori corrispondono ad una popolazione equivalente pari a circa 700.000 unità.



Lo stato di inquinamento della laguna

Le informazioni sullo stato di inquinamento lagunare, anch'esse contraddistinte da lacune e contraddizioni, hanno, ciononostante, consentito ai progettisti di trarre le seguenti conclusioni:

- le acque lagunari sono soggette alla formazione, sia pure occasionalmente, di zone a bassa concentrazione di ossigeno dissolto o addirittura anossiche, nonché ad un progressivo deterioramento delle proprietà organolettiche;
- il sedimento modificabile è in via di graduale deterioramento, essendo oggetto all'accumulo di sostanze inquinanti;
- è accertato l'accumulo di idrocarburi, anche clorurati, pesticidi e metalli pesanti negli organismi acquatici, tra cui compresa la specie di interesse commerciale;
- le concentrazioni di inquinanti nelle acque (particolarmenete elevate attorno al polo industriale ed al centro storico di Venezia) non sono tuttavia tali da provocare fenomeni di tossicità acuta;
- l'inquinamento microbiologico delle acque rende inutilizzabili alcune aree lagunari all'esercizio della molluschicoltura ed ai fini della balneazione; la scomparsa di tali inconvenienti localizzati è tuttavia strettamente legata alla realizzazione "in loco" di impianti di depurazione;
- le grandi centrali per la produzione di energia elettrica provocano (soprattutto durante i mesi estivi) un inquinamento termico, che può essere almeno in

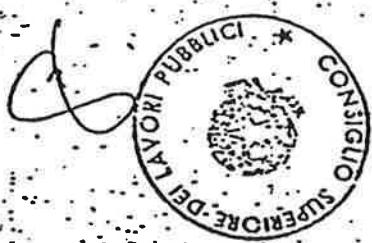


parte responsabile dei riscontrati fenomeni di ansia; per il momento non sono, invece, sufficientemente conosciuti gli effetti di tale inquinamento sulla componente biotica del sistema lagunare.

Previsioni sull'abbattimento del carico inquinante

L'esame dello stato di avanzamento delle opere di depurazione, riferito alle indicazioni espresse dal Piano Direttore, ha consentito ai progettisti di concludere quanto segue:

- è prevista la realizzazione di opere di depurazione per il trattamento degli scarichi di circa 530.000 abitanti residenti e per una popolazione equivalente industriale pari a circa 830.000 unità, prevalentemente concentrata nell'area di Porto Marghera;
- tali previsioni sono in parte già realizzate ed in parte in fase di completamento: entro il 1985 si proietta un abbattimento del carico inquinante corrispondente a circa 400.000 abitanti residenti ed a circa 700.000 abitanti equivalenti industriali;
- pur in assenza di specifiche previsioni (salvo quelle contenute nel Primo Programma Regionale di Risana mento delle Acque), sussistono ulteriori ampi margini di abbattimento del residuo carico inquinante industriale distribuito nell'area scolante;
- non sono possibili previsioni in merito all'abbattimento della componente agricola, a meno che non vengano predisposte zone costiere di protezione a coltivazione non inquinante e/o deviazioni delle acque



di drenaggio irrigue, peraltro assai poco probabili.

Effetti della regolazione delle bocche sull'inquinamento lagunare

I progettisti esaminando l'idrodinamica lagunare, in relazione allo previsto opere di regolazione delle bocche di porto ed ai possibili riflessi di tale regolazione sullo stato di inquinamento della laguna stessa, hanno studiato:

- a) l'effetto derivante dalla parzializzazione con opere fisse;
- b) l'effetto derivante da una chiusura totale con organi mobili.

E' stato salutato che, in una scala temporale lunga, cioè in condizioni definite "di regime", la concentrazione media di un generico inquinante disciplito di tipo conservativo a bocche regolate è legata alla concentrazione attualmente esistente (vale a dire alla concentrazione in assenza di regolazione) mediante una funzione in cui figurano i carichi inquinanti sversati in laguna per ciclo di marea a bocche regolate e non, nonché il rapporto tra i volumi d'acqua scambiati col mare per ciclo di marea rispettivamente a bocche regolate e non.

I progettisti, inoltre, ritengono che se, partendo da una concentrazione di riferimento a bocche regolate, si opera una chiusura simultanea e completa delle tre bocche di porto per un certo numero di cicli di marea, sot-

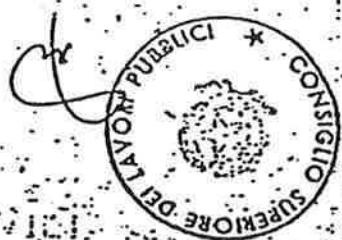


to l'ipotesi di considerare il volume d'acqua scambiabile col mare per ciascun cialo di marea pari ad un terzo del volume d'invaso lagunare riferito al medio mare, è possibile calcolare la concentrazione media dell'inquinante generico disciolto, a fine chiusura.

all'uopo istituiti:
Sviluppando i calcoli gli Autori, prendendo ad esempio il caso della chiusura completa delle bocche per una durata di due cicli di marea, giungono al risultato: la concentrazione media degli inquinanti discolti delle acque aumenta, rispetto ai valori precedenti la chiusura, del 66%; tuttavia, è sufficiente nel tempo relativamente molto breve dalla riapertura delle barriere mobili, per neutralizzare completamente gli effetti negativi sulla qualità delle acque provocati dalla chiusura totale e simultanea, ma temporanea, di tutte e tre le bocche.

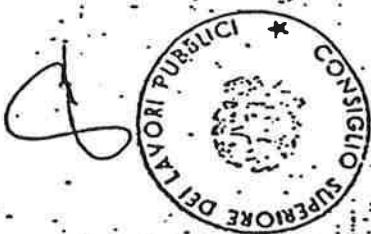
Inoltre, secondo le risultanze del modello idrodinamico propagatorio, esisterebbe - secondo i progettisti - la possibilità di accorciare l'effetto depurante del ricambio mareale mediante una regolazione dell'apertura opportunamente sfasata e programmata delle tre bocche medesime: una tale procedura infatti, accelerando il naturale ricircolo interno, ridurrebbe ulteriormente il già breve tempo di rilassamento.

Dall'indagine idraulica (fatte salve le approssimazioni insite sia nel modello statico che in quello propagatorio) risulta che la massima penalizzazione a carico del ricambio idrico conseguente alla prevista parzializzazione fissa delle bocche è inferiore al 10% del totale; sotto questa ipotesi, la concentrazione



media di un generico inquinante disciolto, assunta come termine di paragone per un confronto quantitativo tra gli attuali livelli di inquinamento in laguna e quelli definiti "di progetto", sarà inferiore alla concentrazione media attuale, risultando pari allo 0,70 di questa, una volta che il carico inquinante versato in laguna sarà stato ridotto, secondo il piano direttore, del 65% rispetto a quello attuale. Si sottolinea tuttavia che tale risultato (il fatto cioè che in seguito alla progressiva attuazione del Piano Direttore la percentuale di riduzione dell'inquinamento sarà dell'ordine del 30% nonostante la regolazione delle bocche) deve essere considerato un valore medio per l'intera laguna e quindi non valido punto per punto (come ad esempio in particolari zone a scarso ricircolo, individuate mediante il modello propagatorio); tale risultato è tuttavia importante, poiché serve a caratterizzare sotto il profilo quantitativo il fatto che la prevista regolazione delle bocche non provocherà un deterioramento della qualità delle acque lagunari se contemporaneamente verrà attuato il Piano Direttore, ed anzi le conseguenze della realizzazioni di questo ultimo sarebbero tali da determinare un apprezzabile recupero della qualità anche in presenza di una regolazione delle bocche.

Diversi problemi restano aperti: fra questi i più rilevanti riguardano l'inquinamento termico ed il ruolo dei sedimenti.

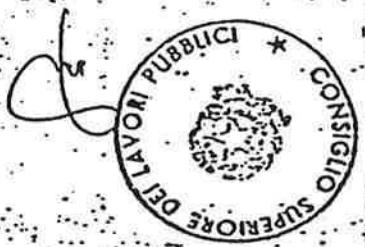


Per quanto riguarda il primo i progettisti hanno osservato come la mancanza di un modello funzionale sulla dinamica della diffusione degli affluenti termici nelle diverse situazioni di marea, nonché la conoscenza piuttosto scarsa degli effetti indotti dal sovralzo termico sull'ecosistema lagunare (ivi compresi i fenomeni di anossia periodicamente riscontrati) impediscono la formulazione di un giudizio conclusivo in merito, fatto salvo quello di ritenere gli scarichi termici di maggiori dimensioni non conformi alle norme vigenti.

Per quanto riguarda il secondo punto osservano come una riduzione del carico inquinante conseguente alla realizzazione di opere di depurazione non sia necessariamente destinata a produrre un proporzionale recupero della qualità delle acque in tempi brevi, in riferimento ai parametri relativi a sostanze accumulate nei sedimenti (in particolare azoto, fosforo, e metalli), dei quali non sono tuttora note le caratteristiche quantitative dei meccanismi di rilascio.

Ritengono quindi prudente affermare che la prevista riduzione media del 30% dei livelli di inquinamento lagunari verrà in futuro raggiunta, ferme restando le condizioni poste, ma in tempi probabilmente più lunghi di quanto il modello previsto adottato possa far ritenere.

A proposito dell'aumento dei livelli di concentrazione degli inquinanti, valutato, nel caso di una chiusura completa delle tre bocche della durata di due cicli di marea, dell'ordine del 65%, i progettisti

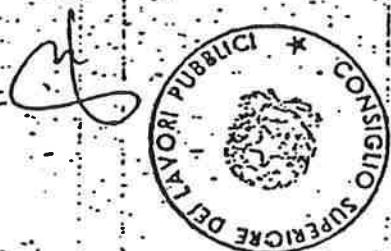


nel ribadire che il risultato dei calcoli è un valore medio e come tale considerato, sviluppano le seguenti ulteriori osservazioni.

Le zone lagunari in cui l'inquinamento raggiunge livelli particolarmente elevati sono quelle limitrofe al polo industriale di Porto Marghera ed interne al centro storico di Venezia; ora, poiché il carico proveniente dal polo industriale suddetto, che è molto localizzato e che rappresenta circa la metà dell'intero carico inquinante industriale sversato in laguna, è destinato nei prossimi anni a subire un drastica riduzione (superiore al 90%), gli elevati valori di concentrazione localizzati sono evidentemente destinati a scomparire dopo l'entrata in funzione dei depuratori.

Per quanto riguarda il resto della laguna, ad eccezione del centro storico di Venezia, i progettisti affermano, in base ai dati disponibili, che perfino i livelli di inquinamento medi oggi riscontrabili sono compatibili con l'entità dell'aumento previsto in seguito alla chiusura totale temporanea delle bocche.

Rimane il problema del Centro storico di Venezia di cui (come è noto) è previsto un risanamento, anche per quanto riguarda gli scarichi igienici, contestualmente ai lavori di ristrutturazione.



VII. DIFESA DEI LITORALI CONSEGUENTI ALLA SOLUZIONE PROPOSTA

Il litorale veneziano compreso fra le bocche di Lido e di Chioggia ha subito un evidente depauperamento della sua struttura fine sabbiosa, depauperamento in atto già nel '700, tanto da indurre la Repubblica di Venezia alla costruzione di quella imponente opera di difesa del litorale di Pellestrina nota con il nome di "mazzini".

Il processo ha poi subito un ulteriore aggravio nel secolo scorso, e particolarmente in questo secolo, a causa di:

- riduzione del trasporto solido dai corsi d'acqua sfocianti nel litorale veneto e quindi del loro apporto alla conservazione dell'equilibrio del litorale;
- interruzione del trasporto solido e del ripascimento delle spiagge da parte delle correnti litoranee: determinanti in proposito sono stati gli sbarramenti trasversali in mare costituiti a nord dai moli guardiani della bocca di Lido e a sud dai moli guardiani delle bocche di Chioggia.

La situazione ormai compromessa del litorale di Pellestrina (la cui stabilità è totalmente affidata alle opere artificiali di protezione) induce i progettisti a ritenere non influenti sul litorale stesso eventuali modifiche sui moli della bocca di Malamocco.

L'opera progettata (in particolare la diga foranea di sud - est davanti all'imbocco di Malamocco), anche se sivicina parte della corrente di riflusso della marea al litorale di Pellestrina, secondo i progettisti non



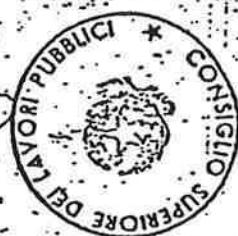
può dar luogo ad inconvenienti, perchè tale litorale è protetto dai murazzi e le correnti che lo lambiscono non possono avere velocità superiori a 1/10 - 1/5 della velocità alla bocca.

I progettisti riconoscono un eventuale rischio di erosione al piede dei murazzi, dovuto soprattutto all'azione del moto ondoso e ritengono che esso vada affrontato con opere di protezione parallele alla riva.

Per quanto riguarda la spiaggia di Lido la soluzione più semplice consigliata è quella del ripescamento artificiale prelevando il materiale da Punta Sabbioni dove l'accumulo prosegue, sia pure lentamente, sempre a causa dello scorrimento costituito dai moli della bocca di Lido.

Ma il diverso regime che le opere progettate inducono in laguna - previendo la possibilità che fra di essa ed il mare si formi un dislivello statico che può al limite raggiungere 1 metro - secondo i progettisti impone il rinforzo di quella parte del cordone litoraneo, che per la sua sottigliezza corre il rischio di essere sifonato in tali condizioni: si fa riferimento a quel tratto lungo circa 1,5 Km. del litorale a sud - ovest di Pellestrina, detto Caroman.

Per ridurre drasticamente la permeabilità del fondo nel tratto in considerazione, è stata prevista l'infiltrazione di una palancolata alla base del muraglione di difesa, lato laguna, secondo il tracciato e le sezioni indicate nelle tavole di progetto.



VIII. INTERVENTI A LUNGO TERMINE (2^a PASE)

Motivazioni degli interventi a lungo termine

Con la drastica diminuzione dell'indiscriminato emungimento delle falde acquifere veneziane, nonchè in concomitanza con la verosimile (almeno tempranea) inversione di tendenze di alcuni fenomeni naturali (di cui si tratta ampiamente nella realzione idraulica), la somersione in alto del suolo di Venezia ha subito un arresto pressocchè completo. Calcoli di larghissima massima, e che possono essere accattati solo perchè allo stato attuale delle conoscenze non si può dire nulla di più, inducono i progettisti a concludere che continuando le cose a procedere al ritmo attuale, fra un secolo circa il suolo di Venezia si troverebbe più in basso rispetto all'attuale di circa 20 cm. Secondo i progettisti ciò fa ritenere che, ferme restando tutte le altre condizioni, nel 2080 la mutata situazione locale ed il mutato rapporto mare - terra, condurrebbe a chiudere gli sbarramenti mobili progettati a difesa della Laguna, non in riferimento ad un livello di guardia scelto in base alla situazione odierna tra 1,120 m. sullo stesso mareografico, ma fra 0,80-0,90 m. sullo stesso riferimento.

Questo porta a concludere che in luogo delle 5-7 chiusure totali delle bocche di porto all'anno, oggi previste in occasione di acque alte indesiderate, si potrebbe giungere alle 30-40 chiusure annue temute, con gravissima penalizzazione per la navigazione interna e la portualità, e con riflessi altrettanto



gravi sull'inquinamento e sui fattori ambientali.

Questi ultimi aspetti del problema potranno certo essere risolti con provvedimenti efficaci di disinquinamento di altro tipo (rete fognaria, impianti di depurazione, ecc...), ma anche solo nell'arco di 40 - 50 anni la situazione portuale, in particolare, potrebbe ugualmente aggravarsi sensibilmente.

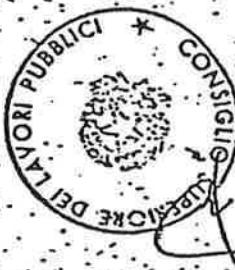
Ecco perchè il gruppo di progettazione ha ritenuto utile (per non dire indispensabile) costituire una riserva di sicurezza e di affidabilità per il sistema, con la previsione di alcune opere eventuali che potranno, inserendosi con una certa facilità in siti opportunamente predisposti, garantire la necessaria continuità del servizio portuale anche in condizioni di acque alte considerevoli e quindi di inabilità dei muri di cinta.

Tipi degli interventi

I tipi di interventi a lungo termine, si dividono essenzialmente in due tipi.

Il primo consiste nella realizzazione di due conche di navigazione - una per la bocca di Lido (S.Nicola) ed una per quella di Malamocco - che garantiscono il transito delle navi, qualora le chiusure delle opere mobili diventassero troppo frequenti; conche che trovano la loro collocazione in spazi chiusi da dighe fisse nel progetto di prima fase.

Il secondo, invece, è costituito da opere addizionali di difesa, rese necessarie proprio dalla presenza delle conche di navigazione e dalle esigenze richie-



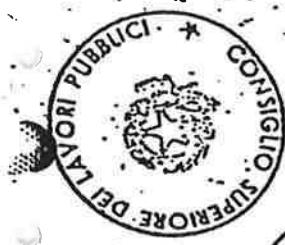
ste dal loro esercizio.

E' noto, infatti, che le conche costituiscono dei varchi di transito alquanto rispettivi rispetto alle usuali aperture di bocche portuali; si arriva normalmente ad un massimo di 50 m. di larghezza per conche già di rispettabili dimensioni.

Di qui la necessità che le navi giungano davanti alle conche in condizioni di mare notevolmente più tranquillo che non in presenza dei larghi varchi abituali, per poter imboccare in condizioni di sicurezza le aperture ristrette.

Per sopporire a questa esigenza è stata, quindi, prevista una protezione della bocca di Lido con il prolungamento della diga nord e la costruzione di una nuova diga al fine di creare un bacino di calma per le onde di marea, ma senza alcuna influenza sui flussi di marea, in modo che le onde stesse (già attenuate dalla soluzione di prima fase) giungano con un'ulteriore attenuazione di circa il 30% all'imbocco della conca.

Per la bocca di Malamocco viene proposto, invece, solo di costruire un altro pennello all'interno del canale, in modo che una successiva espansione potrebbe portare anche in questo caso, creando un nuovo bacino di calma, a smorzare ulteriormente le onde di mare aperto di un altro 20% rispetto alla situazione attuale; in questo caso però, al fine di non rendere troppo sinuoso il percorso della corrente, con riflessi indesiderati sul complesso delle opere, e per facilitare la manovra dei natanti davanti alla conca, si renderebbe necessaria la demolizione del pennello denominato "Paro delle Ceppe".



IX. POSSIBILI MODALITA' DI REALIZZAZIONE E VALUTAZIONE GLOBALE DI SPESA.

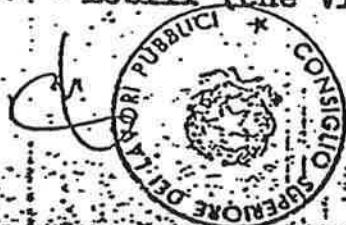
Criteri di realizzazione del progetto.

Come già precisato ai punti che precedono, il progetto prevede l'abbattimento delle acque alte in laguna mediante manovra di opere "mobili" inserite in ciascuna bocca nelle cosiddette opere "fisse" in modo da consentire la chiusura (quando necessaria) dei seguenti varchi di sezione rettangolare previsti all'interno di esse:

BOCCA DI	LARGHEZZA (m)	PROFONDITA' (m)
MALAMOCCHIO	300	15
CHIOGGIA	280	9
LIDO S. NICOLO'	260	12
LIDO TREPORTI	230	8

Le opere "fisse" previste per le varie bocche comprendono:

- le spalle delimitanti i varchi; all'interno di queste sono ubicate le stazioni di bocca per il controllo e la manovra delle opere mobili;
- le soglie prefabbricate a supporto delle paratoie mobili (che vi sono incernierate) e le fosse di al-



loggio per questo;

- le dighe a gettata di completamento degli sbarramenti, i pennelli e le dighe a mare, ove previste;
- le protezioni del fondo a monte ed a valle delle opere, dove cioè vi è pericolo di erosione e scalamenti.

Le opere "mobili" sono viceversa limitate a:

- 15 paratoie da 20 m. ($h=15$ m.) per complessivi 300 m a Malamocco;
- 14 paratoie da 20 m. ($h=9$ m.) per complessivi 280 m a Chioggia;
- 13 paratoie da 20 m. ($h=12$ m.) per complessivi 260 m a S. Nicolò;
- 11 paratoie di cui 9 da 20 m. e 2 da 25 m. ($h=8$ m) per complessivi 230 m a Treporti.

Per la realizzazione del complesso delle opere previste in progetto occorrono sostanzialmente seguenti due età da:

- eseguire "contemporaneamente" la soluzione proposta nel suo complesso;
- eseguire i lavori "per gradi" portandoli a termine preliminarmente su una sola bocca.

I progettisti rilevano che, per la realizzazione delle opere fisse e mobili relative alla generica bocca i vari Consorzi di Imprese partecipanti all'Appalto - concorso internazionale bandito dal Ministero dei Lavori Pubblici nel 1976 per i lavori nel loro complesso (e quindi per le tre bocche) hanno prospettato tempi, strettamente tecnici, che con buona concordanza oscillano tra i 40 ed i 60 mesi.



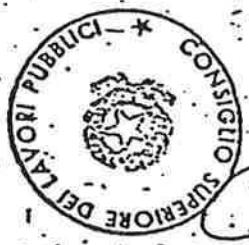
Adottando prudenzialmente quest'ultimo valore - anche per tener conto della necessità di assicurare la continuità del traffico portuale durante i lavori - la soluzione integrale potrebbe pertanto venire realizzata, operando contemporaneamente sulle tre bocche "in parallelo", nel termine di 5 anni dalla consegna dei lavori; e questo indifferentemente se con unico appalto o con appalti separati, anche se un unico appalto avrebbe secondo i progettisti il vantaggio di coordinare meglio i lavori.

Le opere fisse dovranno, in questo caso, essere portate avanti contemporaneamente, e del pari contemporaneamente, al termine dell'esecuzione di quelle, viene messe in opera le opere mobili e relative apparecchiature, il cui montaggio (se opportunamente predisposto e coordinato) dovrebbe esaurirsi nell'ultimo dei 5 anni complessivamente preventivati.

Diverso è, invece, il caso in cui si intenda eseguire preliminarmente il lavoro su una sola delle bocche, in accordo con l'asserito criterio di "gradualità", il che consentirebbe un periodo di sperimentazione del sistema proposto.

In questo caso, evidentemente, il problema delle "acque alte" in laguna - secondo i progettisti - resterebbe insoluto, essendo la laguna ancora aperta al mare attraverso le restanti due bocche, anche con paratoie chiuse nella bocca considerata.

Pertanto se, con un'impostazione di questo tipo, si volesse conseguire comunque l'obiettivo nel medio o breve termine di salvaguardare dalle acque alte il centro storico di Venezia, risulta evidente come la bocca su cui effettuare il primo intervento dovrebbe



•••••

essere quella di Lido (già indicata nell'ordine del giorno del 22-23 Dicembre 1980 approvato dal Consiglio Comunale di Venezia) e come il raggiungimento dell'obiettivo progettato richieda necessariamente la separazione, che può realizzarsi con opere provvisorie, del relativo bacino dai bacini confinanti.

Detta separazione temporanea, e come tale "reversibile", potrebbe ottenersi con sbarramenti mobili alternati a sbarramenti fissi, eventualmente recuperabili, come ad esempio palancole o strutture sommergibili.

Modalità esecutive

Circa le modalità di esecuzione delle opere i progettisti precisano che l'inizio dei lavori degli sbarramenti veri e propri dovrebbe avvenire costantemente a partire da una delle spalle delimitanti i vanchi delle varie bocche secondo la seguente successione:

- esecuzione dello scavo di una trincea fino a raggiungere il piano di fondazione;
- stesura di un elemento del manto di protezione, si stemato in modo che parte si trovi sotto le murature di spalla e parte copra il fondo del canale latero soglia, assicurando così la continuità della protezione del fondo ed evitando zone non protette;
- infissione dei pali di fondazione;

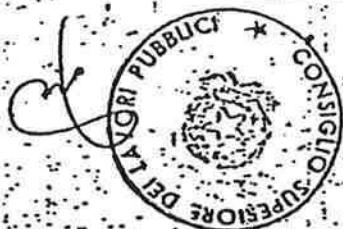


- costruzione delle spalle;
- costruzione della diga a gettata fino a completamento;
- ripetizione per l'altra spalla;
- drenaggio del fondo a monte e a valle delle soglie e scavo della trincea necessaria al loro posizionamento;
- stesura del manto di protezione del fondo, con gli accorgimenti relativi alla continuità di cui si è detto trattando delle spalle;
- infissione di pali di fondazione a sostegno delle soglie e dall'alloggiamento paratoie, e loro costruzione;
- messa in opera delle paratoie.

A proposito di queste, si precisa che esse verranno assieme a terra su appositi bancali dove verranno fatti confluire i singoli moduli cilindrici componenti, prelevati, completamente prefabbricati, in banchina e trasportati al cantiere di assiemaggio a mezzo di bettoline. Assiemati i vari moduli tra loro si sono a comporre la paratoia nel suo complesso, questa verrà messa in acqua, previo fondellamento dei moduli cilindrici componenti e rimorchiata sottobordo al pontone, che provvederà a posarla sul fondo dopo averla completamente allagata.

Valutazione globale di spesa

a) Le opere progettate ammontano complessivamente a:



- Per opere fisse	L. 300.000.000.000
- Per opere mobili e relative apparecchiature	* 175.000.000.000
Totale	L. 475.000.000.000

A dette somme vanno aggiunte:

- Per imprevisti il 10% circa	L. 50.000.000.000
- Per spese generali e tecniche, 11,5% circa	" 25.000.000.000

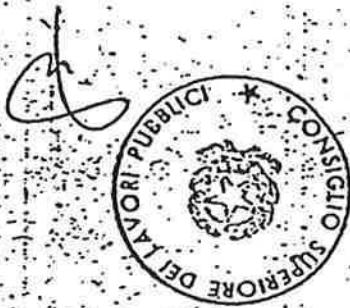
Per un totale complessivo	L. 550.000.000.000
---------------------------	---------------------------

b) Per le opere relativi agli interventi a lungo termine (seconda fase) di cui al precedente Capitolo VIII esse ammontano, ai prezzi odierni, a 160 miliardi di lire così suddivise:

Bocca di Lido

a) Diga Foranea e molo guardiano	L. 54.000.000.000
b) Conca di navigazione:	
opere civili	" 24.000.000.000
opere elettromeccaniche	" 8.000.000.000

Totale Bocca di Lido	L. 86.000.000.000
-----------------------------	--------------------------

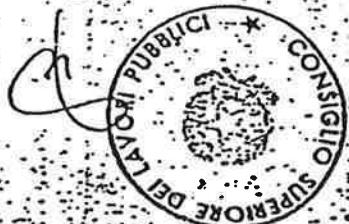


- <u>Bocca di Malamocco</u>		
a) Pernello trasversale	L.	8.000.000.000
b) Conca di navigazione:		
opere civili	"	35.000.000.000
opere elettromec.	"	10.000.000.000
 Totale Bocca di Malamocco	L.	 53.000.000.000
 TOTALE OPERE IN APPALTO	L.	 139.000.000.000
- Per imprevisti il 10% circa	"	14.000.000.000
- Spese generali e tecniche, il 5% circa	"	7.000.000.000
 TOTALE OPERE A LUNGO TERMINE	L.	 160.000.000.000

Il progetto di massima, in precedenza descritto ed ora all'esame dell'Assemblea, consta dei seguenti elaborati:

CARTELLA A - DOCUMENTAZIONE GENERALE

- Relazione Generale
- A₁ - Attività degli organi governativi e vincoli
- A₂ - Relazione idraulica e marittima
- A₃ - Relazione sulle opere fisse, sulle fondazioni e sulla protezione dei fondali
- A₄ - Relazione sulle opere mobili
- A₅ - Tutela della laguna dall'inquinamento
- A₆ - Gestione degli sbarramenti e portualità
- A₇ - Valutazioni di spesa delle opere
- A₈ - Bibliografia.



CARTELLA B - DISEGNI

(n. 44 elaborati grafici in varie scale, relative alle bocche di Lido, di Malamocco, di Chioggia).

CARTELLA C - DISEGNI DI SECONDA FASE

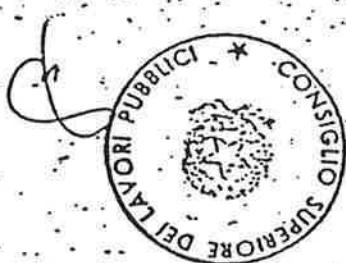
(n. 9 elaborati relativi alla bocca di Lido e alla bocca di Malamocco).



PARERE DELLA COMMISSIONE PER LA SALVAGUARDIA DI
VENEZIA

Consegnato al Ministero dei LL.PP. alla fine di maggio 1981, lo "studio di fattibilità e progetto di massima" in argomento è stato inviato alla Commissione per la salvaguardia di Venezia che lo ha esaminato nelle adunanze del 23 settembre 1981 e 13 gennaio 1982 con voto n. 19/4520 bis e.f.s.

La Commissione per la salvaguardia di Venezia di cui all'art. 5 della legge 16.4.1973, n. 171 ("interventi per la salvaguardia di Venezia") con nota del 25 febbraio 1982 ha reso noto al Ministero dei LL.PP. di avere esaminato nella sua globalità il progetto di massima per la difesa della laguna di Venezia dalle acque alte, datato 26.5.1981, presentato dallo stesso Ministero. La predetta Commissione ha espresso parere di massima favorevole, ritenendo che il progetto stesso rappresenti un importante contributo alla risoluzione dei problemi della laguna veneziana e dei suoi centri abitati.



Allo scopo di esaminare attentamente il punto di vista espresso dalla Commissione per la salvaguardia di Venezia in merito al progetto di massima si riportano ampi stralci della relazione n. 4520/bis in data 25.2.1982 indirizzata da detta Commissione al Ministro dei LL.PP. - Ufficio di coordinamento

"L'alterazione sia pure parziale del funzionamento del sistema, comporta pertanto la conoscenza approfondita delle tendenze che l'intervento radicale viene a proporre e l'individuazione preliminare dei nuovi equilibri conseguenti. Ciò significa la presa in considerazione degli effetti diretti ed indiretti degli interventi sulle bocche di porto, su ciascuno dei sottosistemi in cui il sistema globale può essere disaggregato, ed in particolare sul sottosistema ecologico, su quello idraulico, sul sottosistema marittimo-portuale ed economico in genere e sul sottosistema paesistico".

Nell'esprimere parere favorevole sul progetto di massima, ora all'esame dell'Assemblea, la Commissione evidenzia che tale parere viene dato:

"nel presupposto che all'ora di avvio del funzionamento del progettato sistema di chiusura delle bocche di porto siano stati preventivamente affrontati i meccanismi di compensazione delle alterazioni indotte nei sottosistemi ricordati, con particolare riferimento a :

- 1) difesa a mare ;
- 2) inquinamento, ivi compresa una adeguata ed efficace progressiva conversione delle tecniche agricole nella area afferente ;



- 3) difesa degli insediamenti lagunari dalle acque medie alte, ed in generale dalla variazione del livello marittimo con opere idonee.

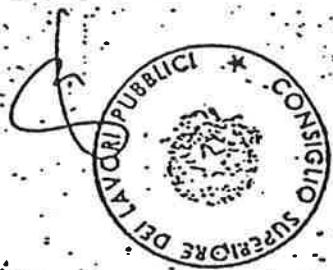
"La realizzazione di provvedimenti compensativi ai suddetti, non deve, tuttavia, provocare in nessun caso, ritardi nell'iter di approvazione del piano normativo ed esecutivo del progetto, considerato che i tempi di attuazione delle opere stesse consentono largamente di portare a soluzione graduale e contemporanea i problemi sopra indicati.

"Da ultimo la Commissione ritiene di dover raccomandare lo studio preventivo e dettagliato delle diverse fasi di attuazione degli interventi, nel rispetto dei criteri di gradualità e reversibilità delle opere, con particolare riguardo a quelle che possono comportare le conseguenze più rilevanti per la tutela dell'ecosistema e per lo svolgimento delle attività portuali ed economiche in genere."

Sempre nella Relazione citata la Commissione per la salvaguardia di Venezia in merito alle difese a mare così si esprime :

"In particolare, per quel che riguarda l'inserimento paesaggistico si raccomanda :

- 1) che venga affrontato lo studio della possibilità, ai fini della chiusura delle bocche lagunari, di impiego di opere naturali od artificiali già esistenti, con



la conseguente riduzione del peso delle nuove opere rispetto al progetto complessivo;

- 2) che nella progettazione delle nuove opere e di quelle ad integrazione e rafforzamento delle esistenti (difese murarie a mare) venga prestata particolare cura, per quanto riguarda l'uso di sistemi costruttivi, forme e materiali per un corretto inserimento nell'ambiente lagunare".

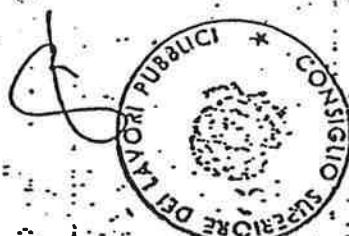
Nel passare, poi, a trattare delle conseguenze che potranno derivare all'ambiente, sotto il profilo ecologico, dalla realizzazione delle opere previste in progetto, la relazione 25.2.1982 così prosegue:

"In questa prospettiva, la Commissione ravvisa la necessità che, in vista dell'appontamento delle opere di restringimento e di chiusura temporanea delle bocche di porto, lo Stato e gli altri enti interessati alla salvezza di Venezia e della sua laguna, tenendo conto anche degli studi già predisposti, si facciano sollecitamente carico di proseguire e rafforzare adeguatamente:

- 1) misurazioni, analisi e ricerche, al fine di accertare il livello di effettivo inquinamento attuale, che nelle valutazioni del Progetto sembra, per alcuni aspetti, largamente inadeguato, le tendenze per il prossimo futuro e le conseguenze dei provvedimenti alle bocche, con riferimento ai cinque principali fattori di alterazione dello ambiente fisico e biologico: scarichi industriali, agricoli, urbani ed inquinamento sia motorizzazione dei trasporti lagunari e da esercizio delle attività intensive di acquacoltura;



- 2) misurazioni, analisi e ricerche che si riferiscono alle variazioni dell'ambiente biologico (in particolare temperatura e salinità), al fine di migliorare la possibilità di valorizzazione della Laguna nelle attività più congrue alla sua natura;
- 3) studi, ricerche, progetti ed opere per l'abbattimento di ogni residuo carico inquinante di origine industriale;
- 4) ricerca metodi e mezzi per attenuare le conseguenze dovute all'inquinamento urbano; in particolare per quel che riguarda l'uso di prodotti chimici non bio-degradabili e l'apporto microbiologico, anche in relazione alle difficoltà di approntare un sistema complessivo di scarti adeguati per i centri abitati lagunari;
- 5) ricerca, anche ai sensi dell'art. 10 della legge n. 171/1973, di metodi e di mezzi per attenuare le conseguenze dovute all'uso di motori da parte di natanti di vario tipo e specialmente di quelli minori, per i quali non sia possibile prevedere impianti antinquinanti;
- 6) ricerca di metodi e mezzi per ridurre significativamente le conseguenze del percolamento delle acque di provenienza agricola, che adducono in laguna soprattutto i residui del largo impiego di fertilizzanti chimici e di pesticidi a questo proposito si ritiene necessario mettere allo studio l'attuazione sperimentale di idonee tecniche agrarie non inquinanti per i suoli, che per percolazione afferiscono alla laguna.



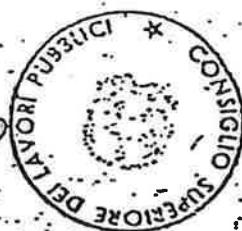
"L'occasione ritorna opportuna per ribadire la necessità che si ripristini il desueto escavo dei canali urbani, oltre che per eliminare il materiale che riduce i fondali, anche per riattivare la circolazione interna, con ciò contribuendo al ricambio fisico e biologico dell'ambiente lagunare e per consentire interventi manutentori e di riparazione delle strutture murarie sommerse."

Circa la gestione delle opere proposte la relazione afferma:

"La Commissione ritiene che l'attuazione del progetto per la chiusura delle bocche di porto della Laguna di Venezia comporti il perfezionamento del sistema di previsione delle maree e di preavviso agli utenti della città e dei porti che, impiegando le tecniche ed i mezzi più aggiornati, possa ridurre al minimo l'onere che l'economia richiede per la sopravvivenza fisica della laguna e dei suoi insediamenti."

"A questo fine si auspica che il sistema di previsione tenga conto:

- a) del rapido modificarsi delle condizioni metereologiche generali del bacino Adriatico e dei fenomeni locali, rilevando ai fini della previsione delle acque alte;
- b) dei modi in cui si svolge il traffico marittimo diretto ai porti dell'Adriatico, che può venire dirottato, da previsioni non del tutto certe, con conseguenti



rischi per l'economia lagunare".

"Appare inoltre essenziale che le operazioni di apertura e di chiusura delle paratie alla bocche di porto siano condizionate, in sede di gestione del sistema, a parametri di valutazione il più possibile oggettivi, onde ridurre al minimo il margine di discrezionalità operativa".

"Appare infine auspicabile che venga simulata, in sede di sperimentazione scientifica dell'impatto ambientale per la parte idraulica, la situazione che dovesse determinarsi in laguna a seguito delle nuove opere, anche in relazione ai fenomeni di erosione, onde approntare, eventuali sistemi compensativi".

In merito poi agli eventuali interventi complementari ipotizzati nel progetto di massima - oggetto di esame da parte di questa Assemblea - concernenti la difesa degli insediamenti lagunari dalle acque medio-alte (e in particolare il cosiddetto "progetto San Marco") la Commissione per la salvaguardia di Venezia così si esprime:

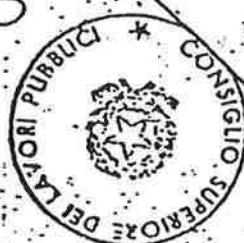
"Infatti la quota dell'acqua, superando oramai frequentemente e spesso permanentemente le barriere poste dalla tradizione costruttiva al piede delle murature (i corsi in pietra d'Istria) ad intercettazione della risalita capillare, sta degradando in maniera lenta ma progressiva tutte le costruzioni lagunari."

d.



"Le opere previste, pertanto, dovranno essere affiancate da altri interventi finalizzati alla difesa dei centri abitati dalle acque alte-medie, che regolamentino le maree in laguna con l'obiettivo di diminuire sia i livelli medi che le ampiezze, anche per ridurre nella misura massima possibile quegli interventi complementari di arretratura e rialzamento dei piani stradali che sono solo accennati e che non appartengono in senso stretto al progetto e che non possono quindi considerarsi un rimedio unico e ripetibile, data l'enorme incidenza ambientale e le modificazioni dei sistemi abitati che forzatamente produrrebbe.

"Va in ogni caso approfondito lo studio su tali sistemi puntuali di difesa dei centri abitati lagunari, definendo maggiormente le singole opere e rapportando l'insieme degli interventi alle quote di chiusura delle bocche, al fine di valutare la loro reale incidenza".



ORDINI DEL GIORNO DEL CONSIGLIO COMUNALE DI VENEZIA.

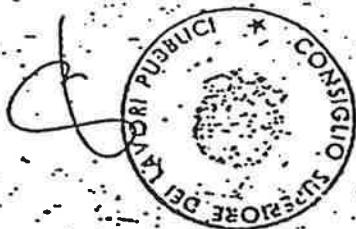
Nella seduta del 22/23 Dicembre 1980 il Consiglio

Comunale di Venezia approvava un ordine del giorno in merito al problema della salvaguardia fisica della laguna e dei suoi centri abitati e della difesa dalle acque alte, rilevando - tra l'altro - quanto appreso:

"- ritiene che si debba realizzare sollecitamente un programma di interventi che consenta di raggiungere gli obiettivi fissati dalla legge 171 e in particolare quanto prescritto dagli indirizzi che prevedono "l'abbattimento delle scue alte nei centri storici entro limiti tali da non turbare la funzionalità del sistema portuale; lo svolgimento delle attività quotidiane della popolazione e la difesa degli stessi centri dalle mareggiate di più forte e pericolosa entità";"

"sottolineando l'esigenza che:

- a) la soluzione che sarà elaborata debba conservare e garantire l'intangibilità dell'unità fisica ed ecologica della laguna;
- b) gli interventi di regolazione delle tre bocche di porto che dovranno essere sperimentali, graduati, reversibili, flessibili debbano avere inizio partendo dalla bocca del Lido ed evitino realizzazioni che possano anche in via transitoria aggravare la situazione idrodinamica della laguna;
- c) si debba sollecitamente procedere agli interventi necessari per la protezione ed il ripascimento dei



litorali e delle isole volte alla difesa delle popolazioni dalle acque alte, all'arginamento, ripristino e mantenimento dei fondali secondo le prescrizioni di cui all'art.12 della legge 16.4.1973 n.171 e le indicazioni degli indirizzi governativi già richiamati, così da garantire prioritariamente la salvaguardia fisica e la essenziale funzione portuale della città.

d) attuare il piano direttore per l'integrale disinquinamento della laguna.

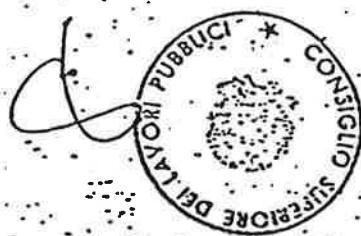
"Impegna gli organi competenti ad estendere la sperimentazione, in aree opportunamente scelte a tal fine, sistemi di inversione artificiale del fenomeno della subsidenza, nonché iniziative organiche per la sopra elevazione dei piani terra e delle sedi di calpestio maggiormente soggiacenti al pericolo di inondazione."

Con successivo ordine del giorno formulato nella seduta del 22/23 febbraio 1982 (trasmesso a questo Consesso in data 24 febbraio 1982) il Consiglio Comunale di Venezia ha espresso il parere

che il predetto "studio di fattibilità e progetto di massima" rispetta gli indirizzi più volti espressi dal medesimo Consiglio e:

"invita

il Governo a definire, d'intesa con gli Enti Locali, un piano programma organico contestualmente ai progetti esecutivi degli interventi alle "bocche di porto" anche ad esso opportunamente adeguati, volte alle predette finalità e capace altresì di realizzare l'attenuazione dei livelli delle marse, così da consentire, tra l'altro, di limitare gli interventi di recupero altimetrico - mediante azioni di difesa.



perimetrale, di innalzamento dei piani terra, di sperimentazioni per il sollevamento del suolo - di parte degli insediamenti urbani ad aree assai ridotte, ove i relativi interventi non comportino alterazioni della morfologia urbana e che siano per la loro quota altimetrica interessati da inondazioni non altrimenti ovvisibili, nonché di rendere insignificanti le conseguenze degli interventi sulle "bocche di porto" sulla piena efficienza della funzione portuale: in tale prospettiva

reputa

1) - irrinunciabile l'integrale attuazione del presente piano di disinquinamento della laguna, in via di realizzazione, prima del completamento delle progettate opere di regolazione del rapporto mare-laguna, per la qual cosa diventa non più procrastinabile l'adeguato rifinanziamento delle opere di abbattimento dei carichi inquinanti ed altresì necessario, anche attraverso azione di orientamento nella utilizzazione delle zone agricole, perseguire l'abbattimento degli inquinanti d'origine agricola.

ritiene

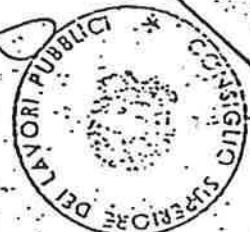
- che l'attuazione degli interventi progettati debba avere inizio partendo dalla "bocca" di Lido, mediante la graduale realizzazione delle opere fisse relative alle tre "bocche di porto" con gli "sfasamenti" nel tempo necessari a garantire la continuativa agibilità delle sezioni portuali, che il completamento di dette opere avvenga entro un periodo di non più di sette anni dalla consegna dei lavori, che non si pos-



sa, anche in via transitoria, aggravare la situazione idrodinamica della laguna, e che si provveda alla successiva installazione delle opere mobili.

— che si provveda a sperimentare la funzionalità delle progettate opere mobili con particolare riguardo all'aspetto manutentorio ed all'azione dei sedimenti, prima della loro installazione in tutte e tra le "baie di porto", onde mantenere spesi di flessibilità e reversibilità in tutte le fasi attuative, pur escludendo separazioni anche temporanee della laguna."

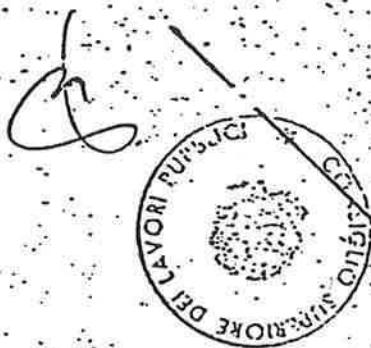
L'ordine del giorno del Consiglio Comunale di Venezia conclude, rilevando tra l'altro "che la gestione dei dispositivi di regolazione dei livelli marini in laguna deve spettare agli Enti Locali interessati" e impegna il Governo "a tenere costantemente informati gli Enti Locali sulle fasi di redazione, affidamento ed attuazione dei progetti esecutivi, da scattare il loro parere prima della realizzazione".



ISTRUTTORIA SUGLI ELABORATI PROGETTUALI.

Data la particolare importanza del progetto e la rilevanza dei problemi in esso affrontati, la Commissione relatrice - nominata con provvedimento n. 209 in data 3 aprile 1982 del Presidente di questo Consiglio - a partire dal 7 aprile 1982 ha tenuto una serie di riunioni collegiali o articolate nei diversi gruppi di lavoro, che hanno trattato e approfondito i diversi temi specifici avvalendosi della competenza specializzata degli Esperti di questo Consesso, e di Docenti Universitari e di rappresentanti dei diversi Enti interessati.

Allie scopo, poi, di ascoltare i Progettisti su alcuni particolari quesiti emersi a seguito delle predette riunioni, la Commissione relatrice ha proposto un incontro con i predetti Professionisti in data 23 aprile n.s.



Sono poi pervenuti alla Commissione Relatrice con lettera in data 26.4.1982 e 4.5.1982 (acquisite al protocollo in data 5.5.1982) brevi scritti di cittadini di vario livello culturale, riguardanti ipotesi di soluzioni concernenti il problema in argomento, che la Commissione ha esaminato e di cui sarà detto in seguito.

La Commissione relatrice è stata integrata nella sua composizione con provvedimento n. 646 in data 16.4.1982 e n. 209 in data 21.5.1982 del Presidente di questo Consiglio.

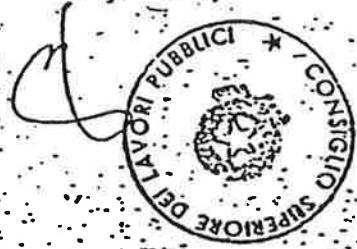


C O N S I D E R A T O

Il progetto in esame, finalizzato alla "difesa della laguna di Venezia dalle acque alte", risulta elaborato sulla base dei vincoli, posti dalla Legge speciale su Venezia, degli indirizzi governativi e delle raccomandazioni del Comprensorio e del Comune di Venezia. Questi possono così sintetizzarsi: intangibilità dell'unità fisica ed ecologica della Laguna, compatibilità degli interventi sulle bocche con gli obiettivi del piano comprensoriale in ordine all'equilibrio ecologico, all'attività portuale e alla tutela dei beni ambientali, esclusione di ulteriori opere di imbonimento e possibilità di espansione delle maree su aree lagunari ora precluse.

Attraverso le bocche di Lido, Malamocco e Chioggia, tutte delimitate attualmente da lunghi moli che si protendono a mare fino a fondali intorno ai dieci metri, le maree dell'Adriatico si propagano nella laguna. Esse sono il risultato della sovrapposizione di diversi fattori, quelli astronomici in primo luogo, ai quali vanno associati fattori meteorologici ed effetti dovuti alle siccità.

Così variazioni irregolari di livello si sovrappongono ad un andamento sostanzialmente periodico del fenomeno e, per alcuni cicli di marea, possono generarsi oscillazioni della superficie del mare con livello medio fortemente crescente e con punte anche di lunga durata; queste maree atipiche sono le più temibili per lo



allagamento dei centri abitati.

Le "acque alte" che raggiungono il livello di + (1,10) m. sullo zero mareografico del 1897 di Punta della Salute allagano già quasi il 15% della città di Venezia; alla quota di + (1,20) m. corrisponde un allagamento del 33% circa e a + (1,30) m. di oltre il 60% del territorio urbano; al di sopra di + (1,30) m. praticamente tutta la città viene sommersa.

L'effetto di allagamento si è andato rapidamente aggravando in modo anomalo dopo il '900. Cause determinanti sono state: l'abbassamento del suolo (subsidenza), che dopo il 1925 - e specialmente negli anni '50, in seguito all'eccezionale incremento dei prelievi d'acqua dalle falda sotterranee - ha assunto il carattere di un fenomeno generale del territorio lagunare; e l'innalzamento del livello marino (eustatismo), che è correlato con l'aumento della temperatura terrestre e con la conseguente ablazione dei ghiacciai.

Entrambi i processi sembrano attualmente in fase di accentuata riduzione: il primo, in seguito alla cessazione delle estrazioni d'acqua; il secondo, perché la temperatura media dell'aria dopo il 1940 non sta più crescendo. Nel complesso le due cause hanno, però, portato a una sommersione di Venezia di almeno 25 centimetri dal 1897 (anno della livellazione di base) al 1970. Si comprende come questo solo fatto abbia radicalmente mutato le frequenze delle acque alte: il livello di + (1,00) m., che comporta l'allagamento del 5% di Venezia, si verifica oggi con una frequenza da 5 a 10 volte all'anno,



mentre all'inizio del secolo sarebbe stato il livello + (0,75) m. ad avere la stessa frequenza nelle stesse condizioni, con la conseguenza di provocare solo qualche pozza d'acqua nei punti più bassi di Piazza S. Marco.

A parte altre cause naturali e concomitanti, interventi come l'approfondimento delle bocche, l'interrimento di aree lagunari e lo scavo dei canali interni di navigazione hanno pure concorso - in misura diversa - al peggioramento della situazione della laguna, riducendo o annullando le azioni attenuanti sulle maree. Si tratta tuttavia di effetti secondari, almeno nei confronti delle città di Venezia e di Chioggia, che sono situate in vicinanza delle bocche.

Deve ritenersi ampiamente dimostrato che solo resistenze e restringimenti molto accentuati delle bocche potrebbero provocare attenuazioni sensibili delle maree nel bacino lagunare, ma in tal caso, oltre che penalizzare l'agibilità portuale, essi ridurrebbero in misura certamente non minore gli scambi d'acqua con il mare.

La preoccupazione costante degli idraulici del passato fu, infatti - in uno con quella della difesa dei sottili cordoni litoranei che separano il mare dalla laguna - quella di mantenere vivificato lo specchio lagunare, favorendo lo scambio fra mare e laguna attraverso le bocche. Lo stesso provvedimento di armare le bocche con la costruzione del molo di Malamocco (1872), di Lido (1910) e di Chioggia (1911 - 1933), che consentì di eliminare il progressivo interramento delle bocche, è quindi di incrementare le portate dei flussi di ma-



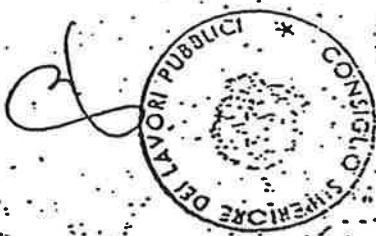
ree attraverso esse, fu dettato principalmente da esigenze igieniche, oltre che di navigazione. Il mutato scenario attuale è dovuto essenzialmente alla nuova situazione altimetrica, che impone appunto la protezione di Venezia dalle acque alte. A questo scopo la logica di intervento del progetto in esame è orientata prioritariamente al controllo delle acque alte (e medio-alte) alle bocche: controllo ottenuto con organi mobili in grado di interrompere il flusso di marea, quando il livello di laguna raggiunge un prefissato livello di guardia.

La soluzione progettuale, infatti (proprio in base ai vincoli innanzi ricordati) viene ricercata e verificata sulla base di due assunzioni coesistenti, ai fini di non ridurre in modo apprezzabile lo scambio d'acqua fra laguna e mare - essenziale per la vita stessa dello ecosistema lagunare - e di non aumentare la velocità nella sezione ristretta delle bocche oltre i limiti consentiti dalla navigazione attraverso i varchi. L'assunzione di partenza relativa alla velocità alle bocche è che essa a seguito delle riduzioni dei varchi conseguenti all'attuazione delle opere fisse, non superi il valore di 2 - 2,5 m/s ritenuto accettabile ai fini della navigazione.

La verifica delle ipotesi progettuali è stata condotta dagli stessi progettisti sulla base di modelli matematici di tipo statico, cinematico e propagatorio, taurati opportunamente in base ai dati di recenti maree misurate in mare e in varie zone della laguna (1968-69 e '70).

I risultati degli studi confermano che:

- non è possibile ottenere un'apprezzabile attenuazione



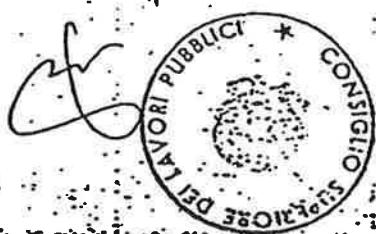
delle maree con restringimenti fissi delle bocche entro limiti tali da rispettare i vincoli di partenza e cioè, principalmente, portate di scambio non ridotte in misura essenziale rispetto ai varchi attuali e velocità attraverso le bocche entro il limite predetto;

- due restringimenti fissi in serie (perdite localizzate) posti a distanza adeguata (nell'ordine del chilometro) sono preferibili ad un unico restringimento, poiché consentono di avere una riduzione del varco dell'ordine del 65% (necessario per ridurre l'ampiezza degli organi mobili), senza che la velocità dell'acqua nella sezione ristretta aumenti oltre il 50% del suo valore attuale.

I - ASPECTI URBANISTICI, PAESAGGISTICI, AMBIENTALI

Tenuto conto del particolarissimo ambiente in cui gli interventi previsti dallo "studio di fattibilità e progetto di massima" dovranno essere attuati e dal fatto che il Ministero dei L.I.P.P. ha sottoposto detto elaborato all'esame sia della Commissione per la salvaguardia di Venezia ai sensi della legge 171/1973 e sia del Comune di Venezia, l'Assemblea ritiene necessario trattare preliminarmente gli aspetti di natura urbanistica, paesaggistica ed ambientale sui quali gli organismi succitati hanno formulato osservazioni, e ciò prima ancora di entrare nel merito dei problemi tecnici specifici.

L'Assemblea osserva che per quanto attiene al progetto urbanistico, auspicato dalla Commissione per la salvaguardia di Venezia; tale elaborato non può che essere inquadrato nelle direttive programmatiche emergenti



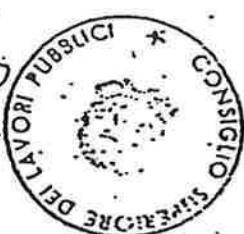
✓✓

dal piano comprensoriale (Venezia 1979) di cui all'art. 2 della legge speciale per Venezia del 16.4.73 n. 171 (anche se non ancora approvato definitivamente con decreto regionale), poiché alle direttive di tale piano comprensoriale debbono attenersi, nella loro formazione ed adeguamento, i vari strumenti urbanistici interessanti il territorio del comprensorio stesso, ai sensi della predetta legge speciale.

Da tale piano comprensoriale emergono gli "indirizzi" dati dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri il 27.3.1975, e ispirati alle conclusioni già date nella adunanza dell'8.3.1974 di questa Assemblea Generale.

Ma tale piano comprensoriale, mentre accoglie e sviluppa secondo gli "indirizzi" gli argomenti relativi a demografia, mercato del lavoro, struttura produttiva, assetto territoriale, fabbisogno abitativo, portualità lagunare e ne stabilisce il modello tendenziale, è invece assai limitato per quanto riguarda la salvaguardia fisica ed ambientale. In sostanza nel documento sono ribatte considerazioni di carattere generale, già implicite nei sopracennati indirizzi, auspicandosi la compatibilità di ogni intervento con la salvaguardia dell'ambiente.

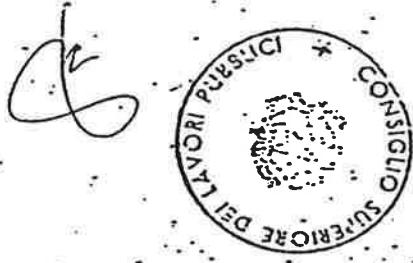
Per quanto concerne il progetto paesaggistico ed architettonico auspicato dalla Commissione per la salvaguardia di Venezia si ritiene che tale elaborato potrebbe identificarsi in un piano territoriale ed in un piano paesistico.



Da ciò consegue l'esigenza che i progetti esecutivi di manufatti, nei loro tracciati definitivi, nella loro tipologia e nel loro rilievo sul livello medio della laguna vengano a costituire un vero e proprio piano di opere, dotato di una rispondenza completa a tutte le esigenze dell'ingegneria, ivi compresa quella del rapporto, in scala territoriale, con il paesaggio.

Sotto tale profilo - e non essendosi potuto sviluppare tale aspetto nell'elaborato del progetto di massima per le peculiarità che detta fase progettuale comporta - tenuto presente il voto della Commissione per la salvaguardia di Venezia già citato (e di cui ampi stralci sono stati riportati in "premessa"), l'Assemblea propone che nel progetto esecutivo siano sviluppate sotto il profilo dei rapporti territoriali e architettonico-paesaggistici gli elaborati ed i contenuti dell'assetto urbanistico con particolare riferimento agli aspetti paesaggistico ed architettonico, in modo da costituire uno stralcio funzionale del piano territoriale e paesistico.

Per quanto riguarda la soluzione tecnica che emerge dal progetto di massima all'esame, data la sua finalità di difendere il centro storico di Venezia dalle acque alte, l'Assemblea rileva che essa costituisce di per sé parte integrante della salvaguardia fisica ed ambientale dei luoghi.



In altri termini le opere comprese nel progetto di massima all'esame sono condizione necessaria per la salvaguardia fisica ed ambientale degli insediamenti civili di Venezia, dei centri storici insulari e della laguna in genere. Inoltre, esse opere costituiscono la premessa per un organico piano di risanamento ecologico della laguna e per un più equilibrato sviluppo delle attività umane connesse con gli insediamenti esistenti. L'impatto di tali opere sull'ambiente produce riflessi positivi per quanto sopra detto, anche se interferisce con fenomeni fisici naturali, giacchè ne limita gli effetti negativi e consente di vitalizzare nell'unità fisica e fisiografica un sistema misto che il tempo ha consolidato e che è quello storico-ambientale di Venezia e del paesaggio lagunare.

La preoccupazione principale che è emersa nel l'esaminare il progetto in rapporto all'ambiente (e più specificatamente in relazione all'impatto paesaggistico e sull'organizzazione urbanistica delle opere progettate), ha riguardato principalmente la localizzazione e la geometria delle opere fisse e mobili di sbarramento previste alla bocca di Lido.

A tala riguardo si richiamano le puntualizzazioni che sono state fatte alla Commissione relatrice, in sede



istruttoria, dai progettisti secondo cui l'ubicazione verso la laguna degli sbarramenti fissi e mobili trasversali alle preesistenti dighe (o "pennelli") è stata scelta per la necessità di ridurre le sollecitazioni idrodinamiche e quindi per una maggiore sicurezza di funzionamento dei delicati organi mobili.

Lo smorzamento delle onde verrebbe, inoltre, facilitato da altre opere (altri sbarramenti) poste ad opportuna distanza verso il mare aperto, come in planimetria di progetto sono visibili.

Altra ragione attiene all'idrodinamica lagunare, nel senso che con la realizzazione di due bocche (una aperta verso il bacino di S.Nicola, l'altra verso Treponi e la laguna nord-orientale) si può riequilibrare la partizione delle portate e compensare l'attuale ripartizione di volumi scambiati tra mare e laguna rispettivamente verso il bacino di Lido e verso Treporti.

Inoltre l'arretramento verso la laguna delle opere fisse dipende da oggettive ragioni statico-strutturali che impongono di radicare gli sbarramenti da ambo i lati in terra ferma e non agli attuali moli. Oltretutto, se così non fosse, in caso di mareggiate gli sbarramenti sarebbero difficilmente accessibili.

Altra ragione di tale ubicazione prefissata per gli sbarramenti deriva dal fatto che si è tenuto conto delle cosiddette "opere di seconda fase", che sono solo a livello di fatidicità e che comunque si renderebbero necessarie qualora la subsidenza aggravasse i suoi effetti. Ne conseguirebbe in tale ipotesi che le maree, tra 20 - 30 anni potrebbero accentuarsi per effetto di un progressivo abbassamento del terreno, e quindi viene prevista una conca di navigazione.

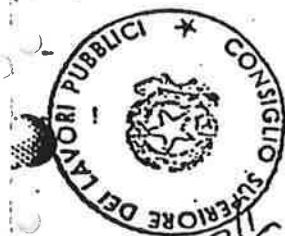


che si può realizzare solo se i moli sono radicati a terra: per tale ulteriore motivo i progettisti ritengono ottimale la soluzione progettuale proposta.

I progettisti, infine, fanno osservare che in quella zona l'aspetto ambientale non viene compromesso rendendo visibile la scogliera trasversale, giacchè sarà in tutto analoga all'esistente scogliera realizzata alla fine del secolo scorso, mentre le parti emergenti, che sono relative ai comandi, possono trovare una soluzione architettonica adeguata all'ambiente, anche in relazione alla presenza del vicino forte cinquecentesco di S. Andrea e delle altre storiche e monumentali opere di difesa realizzata dalla Serenissima.

Vanno anche approfonditi gli studi di carattere particolare sulle singole opere da realizzare, affinchè le stesse risultino congruenti anche sotto il profilo formale e non solo funzionale all'impatto ambientale.

Altro aspetto da approfondire in sede di progetto esecutivo - a giudizio dell'Assemblea - è quello che si riferisce alla frequenza ed alla durata di chiusura delle tre bocche mediante l'attivazione dei previsti sbarramenti mobili: le conseguenze di tale chiusura si riflettono da un lato sulle attività portuali e comunque di navigazione tra mare aperto e laguna e dall'altro sul ricambio idrico e sul tasso di inquinamento interno. Perciò una limitazione nell'esercizio degli sbarramenti mobili correlata a livelli di marea superiori ad una certa quota (e quindi di minore frequenza e durata) non può che trovare favorevole eco anche per quanto riguarda gli aspetti menzionati sopra: in tal modo le penalizzazioni, sia di carattere portuale che di inquinamento, potrebbero risultare accettabili e compatibili con le finalità generali degli interventi progettati.



In questo contesto non può che trovare accoglimento la posta formulata dai Progettisti di individuare interventi integrativi per la protezione degli insediamenti dalle acque medio-basse e sempre chiaramente nel rispetto di quei valori ambientali e civili che caratterizzano i beni da proteggere, come richiesto dalla Commissione per la salvaguardia di Venezia e dalle delibere del Consiglio Comunale di Venezia.

Da quanto sopra esposto risulta evidete l'importanza prima ria che detti problemi assumono, risolti i quali nella maniera più opportuna, si può ricercare la soluzione migliore (con lo studio di strumenti di pianificazione urbanistica eventualmente anche "settoriali") per realizzare gli "indirizzi" programmatici emergenti dal "piano comprensorio" e relativi agli altri problemi della normativa dei centri storici, del fabbisogno edilizio e turistico, della tutela ambientale, paesaggistica, del porto commerciale, ecc.

II.- I PROBLEMI IDRAULICO - MARITTIMI

Ritornando agli studi e alle verifiche idrauliche che il Gruppo di progettazione ha condotto, si osserva ancora:

Per un giudizio più approfondito sugli effetti idraulici che lo "Studio di fattibilità e progetto di m^asima" si propone di ottenere, in difesa della Laguna di Venezia dalle acque alte, vanno esaminati contestualmente i diversi aspetti del complesso problema che lo sbarramento delle bocche di porto comporta.

Essi sono già stati riportati in dettaglio nel Capitolo I delle "Premesse" e pertanto ad essi si rimanda.

I problemi idraulici, quali risultano dalla relazione di settore, sono stati esaurientemente trattati dal Gruppo di Progettazione: fra essi hanno speciale ri-



97

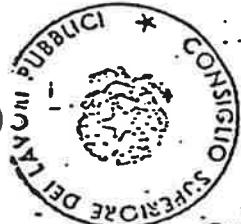
lievo, ai fini della soluzione da dare al problema delle cosiddette acque alte, quelli relativi alla propagazione della marea all'interno della Laguna.

Com'è noto, il tema della propagazione dell'onda di marea è stato oggetto, per lo speciale caso della Laguna veneta, di numerose ricerche a partire dal 1970 circa, dopo che il disastroso evento del novembre 1976 aveva richiamato l'attenzione sui particolari problemi della Laguna stessa. Fra esse rivestono speciale interesse quelle promosse dal Ministero dei LL.PP. tramite il "Comitato per lo studio dei provvedimenti a difesa della città di Venezia e dei suoi caratteri ambientali e monumentali" ed, in particolare, le ricerche svolte con numerosi modelli matematici e con il modello fisico della Bocca di Lido, realizzato in scala 1:60 ed a fondo mobile presso il Centro Sperimentale di Voltabarozzo - Padova.

I procedimenti adottati in quelle occasioni, i risultati conseguiti e gli ulteriori risultati ottenuti con le disposizioni progettuali proposte dal Gruppo sono abbastanza diffusamente esposte nel menzionato documento di settore "Relazione Idraulica e marittima".

I modelli matematici usati per descrivere il comportamento della Laguna sono stati di due tipi: uno cosiddetto "statico" ed uno "propagatorio" mono-dimensionale.

L'impiego del modello statico - come prima approssimazione e come strumento di dimensionamento - trova ampie giustificazioni nella osservazione che il percorso della marea dalla Bocca di Lido (ad esempio) al centro storico è trascurabilmente piccolo rispetto alla lunghezza d'onda della perturbazione di marea, così da rendere legittima la semplificazione - per il centro storico, appunto - che lo



CC

specchio liquido dn Laguna abbia ad assumere, in ogni istante la stessa quota, in tutti i suoi punti (il che equivale ad assumere che la celerità di propagazione della perturbazione sia infinita).

Meno appropriato è l'uso di questo procedimento per valutare gli effetti delle maree nelle zone lontane dalle Bocche, il comportamento delle quali può invece cogliersi con un modello propagatorio. Il carattere mono dimensionale del modello - cioè - con una propagazione lineare per canali interni - si giustifica con un'osservazione non diversa da quella usata per il modello statico, applicata però alle zone laterali (una sorta di golene trascurabilmente piccole rispetto alla lunghezza d'onda) asservite al canale: con funzioni di distributore o di collettore, rispettivamente in fase di flusso e di riflusso.

Il modello statico è stato usato dal Gruppo di progettazione per valutare gli effetti di alcuni possibili interventi a carattere fisso sull'attenuazione delle marea.

In particolare immaginando: di inserire nelle attuali bocche di porto sbarramenti parziali, che introdurrebbero perdite localizzate; di ridurre l'area delle sezioni dei canali di imbocco, con incremento delle perdite continue; col vincolo, in ambedue i casi di assumere varchi o sezioni che non creassero turbamento, in termine di velocità, all'esercizio della portualità.

Il modello propagatorio è stato impiegato per stimare gli effetti dipendenti dal possibile aumento della superficie libera del bacino lagunare, conseguibile con l'apertura delle valli da pesca e delle aree in corso di bonifica.

Ambedue i modelli, infine, sono stati usati per verificare il comportamento della Laguna in rapporto ai provvedimenti di restringimento assunti dal Gruppo di progettazione.



C.G.

CC/

Il Gruppo di progettazione ha dapprima curato la messa a punto di modelli matematici usati con riferimento a maree note (1968, 1969 e 1970); passando, infine, realizzata la taratura, a stimare gli effetti dei restringimenti con il modello statico prima e con quello propagatorio poi.

Le situazioni esaminate con il modello statico sono state le seguenti:

- a) situazione attuale;
- b) situazione di progetto;
- c) situazione di progetto con l'apertura delle valli da pesca;
- d) situazione di progetto ancora con l'apertura delle valli però con varchi a sezioni raddoppiate.

I risultati conseguiti con le esplorazioni numeriche applicate alla situazione di progetto hanno mostrato che i restringimenti fissi proposti non influiscono in maniera apprezzabile sui livelli in laguna, come mostrano i valori, esposti nelle tabelle seguenti, ottenuti per alcune maree significative dal Gruppo dei Progettisti. (v. Tab. pag.

I valori delle velocità medie calcolate attraverso i varchi sono contenuti: essi sono sempre inferiori (anche per eventi di rilievo) al valore di 2,50 m/s che i Progettisti hanno indicato come limite non superabile per l'esercizio della navigazione.

I risultati del modello propagatorio sono, specialmente per le zone lontane dalle bocche di porto, certamente più attendibili per la maggiore consistenza concettuale dello strumento. Anch'essi mostrano come gli effetti dei restringimenti siano di limitato beneficio, in termini di quote liquide, per il centro storico; più apprezzabili per le zone lontane, aventi però minore interesse rispetto a quelle del centro medesimo.

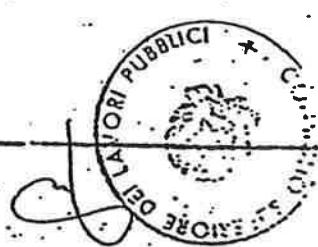
Il riferire qualche risultato, da confrontarsi con quelli precedenti, è da considerarsi con interesse,



MODELLO STATICO - LIVELLI MASSIMI

LIVELLI X IN MARE E Y IN LAGUNA (M) RIFERITI AL MEDIO MARE

SITUAZ.	LUGLIO 1968		GENNAIO 1969		LUGLIO 1969		SETTEMBRE 1970	
	X	Y'	X	Y	X	Y	X	Y
Attuale	-	-	0,915	0,908	0,350	0,335	0,750	0,720
a	0,330	0,320	0,915	0,908	0,350	0,335	0,750	0,720
b	0,330	0,315	0,915	0,903	0,350	0,330	0,750	0,685
a	0,555	0,540	0,670	0,669	0,580	0,565	0,600	0,575
b	0,555	0,535	0,670	0,668	0,580	0,550	0,600	0,555
a	0,445	0,440	1,000	0,990	0,440	0,430	0,845	0,800
b	0,445	0,430	1,000	0,989	0,440	0,420	0,845	0,775
a	0,690	0,680	1,170	1,160				
b	0,690	0,675	1,170	1,159				
a	1,355	1,350						
b	1,355	1,349						



specie per le stesse maree e per le varie ipotesi prospettate nei punti a), b), c) e d). Le abbreviazioni poste nelle tabelline seguenti hanno questi significati:

P.S. Punta della Salute;

Mg. Marghera;

Bu. Burano. (v.tab. pag. 102)

I casi verificati con il modello propagatorio sono i seguenti:

- a) situazione attuale;
- b) restringimenti previsti in progetto;
- c) apertura degli attuali canali di alimentazione delle valli di pesca;
- d) raddoppio della sezione attuale dei canali di alimentazione delle valli di pesca;
- e) apertura di canali della terza zona industriale;
- f) apertura del canale "dei Marani" per incrementare il deflusso lungo il canale "S.Erasmo";

ed hanno portato a queste conclusioni (già indicate innanzi e confermate dalle osservazioni su numerose maree):

- i restringimenti di progetto non influiscono praticamente sui livelli, introducendo attenuazioni in laguna dell'ordine di appena qualche centimetro a Punta della Salute; comportano, invece, una riduzione delle portate massime dell'ordine massimo dell'8 + 10% a Malamocco, del 6 + 8% a Chioggia, di circa il 5% a Lido e corrispondenti riduzioni dei volumi di scambio mare-laguna dell'ordine del 6% a Malamocco, 5% a Chioggia e 4% a Lido;
- l'effetto dell'apertura delle valli da pesca sul livello di marea è ugualmente inapprezzabile a Punta della Salute, ma può portare a riduzioni fino a 10 cm. nella parte nord della Laguna (ad esempio a Burano); l'influenza di tale apertura è trascurabile sulle portate;
- l'effetto di apertura dei canali della III zona industriale



C

specie per le stesse maree e per le varie ipotesi prospettate nei punti a), b), c) e d). Le abbreviazioni poste nelle tabelle seguenti hanno questi significati:

P.S. Punta della Salute;

Mg. Marghera;

Bu. Burano. (v.tab. pag. 102)

I casi verificati con il modello propagatorio sono i seguenti:

- a) situazione attuale;
- b) restringimenti previsti in progetto;
- c) apertura degli attuali canali di alimentazione delle valli di pesca;
- d) raddoppio della sezione attuale dei canali di alimentazione delle valli di pesca;
- e) apertura di canali della terza zona industriale;
- f) apertura del canale "dei Marani" per incrementare il deflusso lungo il canale "S.Erasmo";

ed hanno portato a queste conclusioni (già indicate innanzi e confermate dalle osservazioni su numerose mareae):

- i restringimenti di progetto non influiscono praticamente sui livelli, introducendo attenuazioni in laguna dell'ordine di appena qualche centimetro a Punta della Salute; comportano, invece, una riduzione delle portate massime dell'ordine massimo dell'8 + 10% a Malamocco, del 6 + 8% a Chioggia, di circa il 5% a Lido e corrispondenti riduzioni dei volumi di scambio mare-laguna dell'ordine del 6% a Malamocco, 5% a Chioggia e 4% a Lido;

- l'effetto dell'apertura delle valli da pesca sul livello di marea è ugualmente inapprezzabile a Punta della Salute, ma può portare a riduzioni fino a 10 cm. nella parte nord della Laguna (ad esempio a Burano); l'influenza di tale apertura è trascurabile sulle portate;

- l'effetto di apertura dei canali della III zona industria



C

LUGLIO 1963

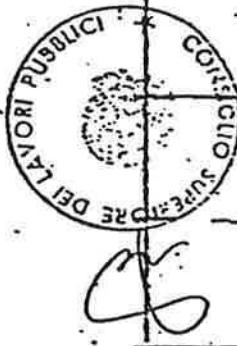
GENNAIO 1969

SETTEMBRE 1970

NOVEMBRE 1968

SITUAZIONE

LUGLIO 1963				GENNAIO 1969				SETTEMBRE 1970				NOVEMBRE 1968			
X	P.S.	Mg	Bu	X	P.S.	Mg	Bu	X	P.S.	Mg	Bu	X	P.S.	Mg	Bu
a	0,330	0,350	0,385	0,285	0,915	0,930	0,940	0,930	0,750	0,775	0,800	0,950	0,970	0,995	0,890
b	"	0,335	0,368	0,270	"	0,925	0,945	0,926	"	0,745	0,775	"	0,955	0,975	0,870
c	"	"	"	"	"	0,920	0,930	0,871	"	"	"	"	0,950	0,965	0,815
d	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	0,945	0,965	0,810
a	0,550	0,570	0,600	0,495	1,000	1,010	1,023	1,020	0,600	0,615	0,645	1,040	1,060	1,080	1,015
b	"	0,550	0,582	0,480	"	1,015	1,023	1,019	"	0,600	0,625	"	1,052	1,070	1,000
c	"	"	"	"	"	1,003	1,015	0,967	"	"	"	"	1,045	1,065	0,950
d	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1,040	1,060	0,945
a	0,440	0,470	0,495	0,395	1,170	1,185	1,210	1,184	0,845	0,860	0,885	1,500	1,510	1,560	1,430
b	"	0,450	0,473	0,385	"	1,183	1,200	1,180	"	0,830	0,860	"	1,482	1,510	1,410
c	"	"	"	"	"	1,171	1,191	1,100	"	"	"	"	1,465	1,490	1,340
d	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1,460	1,480	1,330
a	0,690	0,705	0,723	0,650	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
b	"	0,690	0,715	0,650	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
c	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"



le è avvertibile solo nelle vicinanze di una stessa zona, con caratteristiche analoghe a quelle dell'apertura delle valli da pesca;

- l'apertura del canale "dei Marani" non modifica i livelli a Venezia, ma attenua un poco le portate a S. Nicolò; incrementandole invece nella direzione del canale "S. Erasmo".

La soluzione scelta dai progettisti consiste (come più dettagliatamente esposto nelle "premesse" e richiamato nelle considerazioni idrauliche sopra accennate) in una serie di almeno due sbarramenti fissi in ogni canale di imbocco, di cui il più interno dotato di una barriera mobile per la chiusura totale del varco. Infatti, si ripete, solo la chiusura totale può impedire che il livello d'acqua in laguna raggiunga i livelli che le maree astronomiche metereologiche e le sesse provocano in prossimità delle bocche.

I varchi mobili sono due alla bocca di Lido, e precisamente in corrispondenza delle imboccature di S. Nicolò e Treporti: ciò anche per ridurre quanto più possibile la lunghezza delle opere mobili senza tuttavia penalizzarne, come già ripetuto, lo scambio d'acqua del bacino lagunare (il più esteso dei tre) con il mare, attraverso la bocca di Lido, e la sicurezza della navigazione.

Essi risultano abbastanza arretrati, in modo da consentire una buona espansione dell'energia ondosa del mare. Infatti, il moto delle onde di breve periodo, stimato in mare al largo sulla base dei numerosi studi condotti in merito negli ultimi tempi, viene poi valutato dai progettisti per direzione prevalente, ampiezza e periodo, alle diverse imboccature, sulla base di un modello di rifrazione. Un secondo modello (di tipo matematico e sperimentale) viene successivamente impiegato per stimare l'effetto di attenuazione, per diffrazione, delle opere di sbarramento fisse in progetto.

I mezzi matematici di indagine utilizzati dai progettisti sono al momento i più accreditati.



C
C

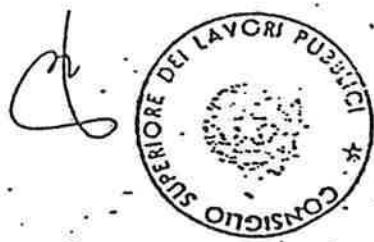
In particolare le caratteristiche dell'onda stimate alle imboccature sono:

- per Lido, $H_s = m\ 4$ (con provenienza $135^\circ\ N$) e $T=9\ sec.$;
- per Malamocco, $H_s = m\ 4,5$ (con provenienza $110^\circ\ N$) e $T=9,5\ sec.$;
- per Chioggia, $H_s = m\ 3,90$ (con provenienza $95^\circ\ N$) e $T=9\ sec.$

L'effetto di diffrazione esercitato dalle strozzature nei canali e dalla disposizione arretrata del varco interno (così come valutati in base ai modelli matematici ed ad una ricerca sperimentale condotta presso l'Istituto di Costruzione Marittime dell'Università di Padova), porta a ritenere che l'azione ondosa a ridosso dei varchi mobili sia solo una aliquota di quella agente all'estremità a mare della bocca. Per esempio, per quanto si riferisce alla bocca di Lido, l'altezza d'onda a S.Nicolo è circa il 40% di quella alla bocca e per Treporti circa il 20/30%.

Maggiori effetti riduttori si hanno alla bocca di Chioggia.

E' da osservare poi come le dimensioni dei varchi relativi al bacino di Lido e specialmente a San Nicolo e Treporti siano state assegnate ipotizzando una maggiore penalizzazione, in termini di volumi scambiati, per i bacini di Chioggia e Malamocco rispetto a quello di Lido; ciò col proposito di favorire l'ampliamento del bacino di Venezia sia verso Nord che verso Sud, in



qualche misura rispetto al passato, dalla apertura del canale navigabile Malamocco - Marghera.

La misura dei volumi scambiati, espressa come variazione percentuale di quelli attuali, è stata determinata usando sia il modello statico, che quello propagatorio. I risultati, in percentuale, ottenuti col modello statico (S) e con quello propagatorio (P) sono riportati nella tabella seguente, così come calcolato dai Progettisti.

PERIODO	CHIOGGIA		MALAMOCCO		LIDO	
	S	P	S	P	S	P
MAREA DEL	-2,9	-4,2	-6,2	-6,3	+2,6	-4,5
SETTEMBRE '70	-4,2	-6,2	-7,5	-6,3	+0,5	-3,6
	-6,1	-5,7	-9,1	-6,0	+2,4	-2,9
1-27 Gen. 1969	-4,4		-3,8		+3,0	
17 Luglio						
15 Agosto	-3,9		-5,5		+4,0	

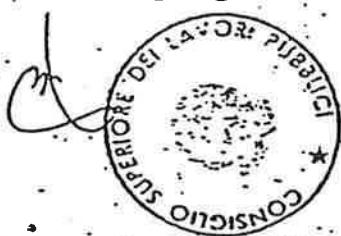
Il segno negativo o positivo indica, rispettivamente, una riduzione od un aumento del volume scambiato rispetto a quello che, con le stesse maree, si ha attualmente.



Qualche considerazione è da farsi in proposito: il modello statico mette in evidenza un incremento del volume scambiato per il bacino di Lido, mentre quello propagatorio individua una sua riduzione. Chiaramente il secondo risultato, conseguito con un metodo certamente più progredito del primo, è da considerarsi con maggiore attenzione; ed è da interpretarsi come una riduzione, però meno accentuata di quelle relative ai bacini di Chioggia e di Malamocco: a significare, cioè, che l'obiettivo di potenziare lo scambio d'acqua con il bacino di Lido può ottenersi con varchi di maggiore ampiezza relativa.

E' poi da osservarsi come le variazioni percentuali di scambio mare - laguna per le maree normali siano da ritenere ancora più ridotte in dipendenza del fatto che l'efficacia dei restringimenti è tanto più sentita quanto più pronunciata è la marea.

Si deve, infine, richiamare l'attenzione che, per il valore relativamente non elevato delle percentuali menzionate, il ruolo dei possibili errori o imprecisioni sia delle osservazioni fatte (usate per la taratura dei modelli) che dei coefficienti assunti per descrivere i fatti dissipativi localizzati può essere, rispetto alle percentuali medesime, non trascurabile: così da consigliare (come verrà più avanti proposto) che ulteriori ricerche siano da svolgersi in fase di progettazione esecutiva per circoscrivere con una

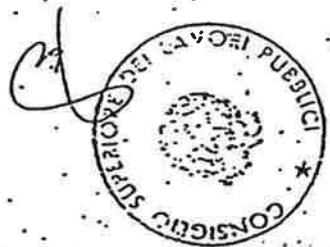


maggiori precisione i fenomeni reali.

I vantaggi di carattere pratico della soluzione progettuale, messi in luce dai Progettisti, sono:

- a) la possibilità di sperimentare il comportamento e gli effetti degli sbarramenti fissi, prima di procedere nell'esecuzione degli sbarramenti mobili, con la possibilità di modificare, eventualmente, l'ampiezza delle aperture senza sostanziali variazioni di spesa;
- b) la posizione degli sbarramenti risulta localizzata in posizione favorevole per l'accesso ed il collegamento a terra delle stazioni di comando e di controllo delle barriere mobili;
- c) il ridotto sviluppo longitudinale dei varchi e degli sbarramenti consente di proteggere il fondo nelle posizioni che (sulla base degli studi condotti) si ritengono più soggette a formazione di vortici, onde assicurarne la stabilità;
- d) i varchi di navigazione a chiusura controllata appaiono situati in posizione tale da essere raggiunti da moti ondosi attenuati rispetto alle mareggiate di largo; in tal modo sarà facilitata la manovra ed aumentata l'affidabilità degli organi mobili.

In proposito l'Assemblea osserva che il progetto in esame è uno "studio di fattibilità e progetto di massima" e non vi è dubbio che le sue indicazioni siano basate (come già accennato) su attendibili sistemi di cal-



colo, spesso riferiti ad un alto livello scientifico, come d'altronde il problema, che è all'attenzione di tutto il mondo civile, merita.

Tuttavia (come gli stessi progettisti suggeriscono) è opportuno che i risultati degli studi vadano accettati con cautela, cautela che dovrà essere continua sia nella fase di passaggio al progetto esecutivo come anche nella fase di realizzazione, che (come si vedrà di seguito) dovrà gioco-forzà avvenire per grandi per consentire tutti i necessari riscontri e verifiche sul modello reale.

In questa prospettiva le ulteriori ricerche dovranno trattare, con mezzi adeguati - sperimentali e matematici - alcune importanti questioni non considerate, dato il carattere dello studio e del progetto di massima in questa fase. Esse riguardano, specialmente, quale possa essere il comportamento della laguna e dei manufatti quando, seppure in poco probabili ricorrenze, debba provvedersi ad interventi straordinari sulle opere civili che costituiscono il fondo dei varchi, immaginati presidiati da paratoie. Non, quindi, la manutenzione delle paratoie mobili e rimovibili, ma quella delle strutture di fondo (fisse): una porzione, o tratto, delle quali sia da isolare con opere provvisionali per realizzare i necessari interventi manutentori, certamente non di breve durata.



III - GLI SBARRAMENTI MOBILI

Le ricerche svolte dal Gruppo di progettazione hanno messo in evidenza come non si possa ottenere con opere fisse di restringimento, nel rispetto del principale vincolo di consentire l'esercizio delle attività portuali nella massima misura possibile, una apprezzabile riduzione delle maree in laguna e specialmente delle cosiddette "acque alte".

L'efficacia dei restringimenti è quindi da intendersi, principalmente, come provvedimento adatto a ridurre l'estensione delle parti mobili per le chiusure complete dei varchi, giacchè solo in questo modo può conseguirsi l'obiettivo di impedire la propagazione di maree d'elevata ampiezza.

Problema di rilevante importanza è, in queste condizioni, quello di stimare per quali condizioni di marea le parti mobili siano chiamate ad agire.

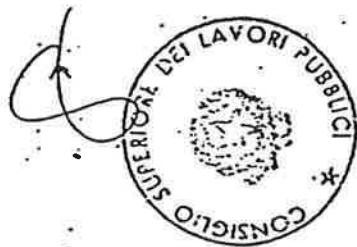
Per altezza di marea compresa fra gli 80 cm. e i 110 cm., una zona stimabile fino al 15% dell'area urbana andrebbe sommersa, ove non si intervenga con provvedimenti di recupero altimetrico del suolo abitato mediante, per esempio, la sopraelevazione delle pavimentazioni e/o la costruzione di soglie di contenimento. (come già in precedenza illustrato).



In proposito l'Assemblea rileva che (come ampiamente riportato in "premessa") la Commissione di salvaguardia ed il Comune di Venezia siano così espressi sull'argomento:

- la Commissione citata osserva che le opere previste dal progetto di massima dovranno essere affiancate da altri interventi "anche per ridurre nella misura massima possibile quegli interventi complementari di arginatura e rialzamento dei piani stradali ... " che non possono quindi considerarsi un rimedio unico e ripetibile, data l'enorme incidenza ambientale "e le modificazione dei sistemi abitati che forzatamente produrrebbero";
- il Consiglio Comunale di Venezia auspica la definizione di un piano programma organico "così da consentire "tra l'altro, di limitare gli interventi di recupero "altimetrico - mediante azioni di difesa perimetrale, "di innalzamento dei piani terra, di sperimentazioni "per il sollevamento del suolo - di parte degli insediamenti urbani ad aree assai ridotte, ove i relativi interventi non comportino alterazioni della morfologia urbana e che siano per la loro quota altimetrica interessati da inondazioni non altrimenti ovvie".

Il problema, in questi termini, è stato accennato dal Gruppo di progettazione, il quale ha svolto un esa-



me critico intorno alle possibilità di controllare le maree fino ad un'altezza di (+1,10) m con disposizioni di ben minore impegno, di quello richiesto invece dalla chiusura totale delle bocche di porto.

Il problema indicato - pur non rientrando, a rigore, la sua soluzione tra i compiti affidati al Gruppo - è da considerarsi con notevole attenzione. La sua soluzione, infatti, ridurrebbe in modo cospicuo l'allagamento del centro storico, riconducendo la frequenza dell'evento ai valori del passato; e, in aggiunta, consentirebbe il ricambio tra mare e laguna e l'esercizio delle attività portuali anche con maree di qualche rilievo. Solo per maree maggiori di (+1,10) m interverrebbero le chiusure: con una frequenza probabile, quindi, molto minore di quella che sarebbe oggi richiesta.

In vista di tale favorevole risultato è opportuno porre in rilievo che una più ampia estensione planimetrica di interventi che non siano limitati soltanto al sovrалzo dei marginamenti sia da prendere in considerazione, e ciò anche in dipendenza della gradualità degli interventi sulle bocche di laguna.

Il Gruppo di progettazione (come già richiamato nel IV cap. delle "premesse") ha assunto per i varchi da controllare con paratoie le seguenti dimensioni:

Bocca di

	larghezza (m)	profondità (m)
Malamocco	300	15
Chioggia	280	9
Lido S.Nicolò	260	12
Lido Tréporti	230	8

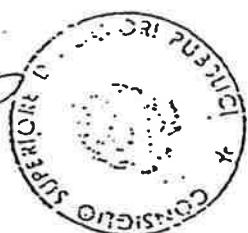


L'estensione totale è, pertanto, di 1070 m.

Il Gruppo di progettazione - dopo una rassegna di diverse tipologie - ha ritenuto che una paratoia a ventola incernierata sul fondo possesse i requisiti ipotizzati.

Come riportato in "premessa" (cap. IV) la ventola è costituita da un insieme di cilindri metalli ci collegati fra loro a formare moduli di 20 o 25 m i quali giacciono nell'alloggiamento ricavato sul fondo in condizioni di riposo; espulsa l'acqua che riempie i cilindri, assumono una posizione subverticale; definita, in condizioni statiche, dalla distribuzione delle pressioni agenti sui due paramenti.

In particolare l'Assemblea osserva che il giusto riferimento ai fatti di manutenzione prospettato dai progettisti dell'opera non può limitarsi alla parte mobile dello sbarramento, ma deve prendere in considerazione anche la manutenzione della parte fis sa o "civile" dello sbarramento stesso. La quale può richiedere provvedimenti di ben diversa natura e proporzione per le implicazioni idrauliche, che possono avversi, e per la possibile durata delle operazioni: problemi, questi, cui s'è già accennato e che dovranno essere considerati nella successiva fase di studio e di progettazione esecutiva con l'ampiezza che essi meritano.



no.

Gli aspetti idraulici relativi al comportamento della paratoia proposta non sono stati indagati dal Gruppo di progettazione con la stessa profondità usata dal Gruppo stesso per la progettazione della marea in Laguna.

Questo atteggiamento appare giustificato per due ragioni: l'una riguarda il grado d'elaborazione del progetto richiesto, ch'è di fattibilità e di massima; l'altra riguarda la possibilità, segnalata dagli stessi progettisti, che per le parti mobili degli sbarramenti possano essere proposte, con modalità che dipenderanno dalla successiva evoluzione del progetto, altre soluzioni.

In queste condizioni, oltre alle ricerche possibili con adeguati modelli matematici, sono da svolgersi accurate ricerche con modelli fisici idroelastici in adeguata scala, per definire i possibili comportamenti della paratoia nelle varie condizioni in cui essa è chiamata ad operare: durante le manovre di chiusura o di abbattimento e nella fase di chiusura.

Non minore importanza, anche se di non facile definizione, i problemi relativi ai movimenti dei materiali di fondo ed alla loro rimozione per l'eventuale deposito dei vani che ospitano al fondo le paratoie in posizione di riposo.

In questa prospettiva - quando, cioè, le para-



toie proposte fossero da ritenere le più convenienti - la costruzione di un breve tratto mobile (2-3 moduli ad esempio) in un'adeguata posizione della Laguna (realizzando un varco mobile in un tratto dello sbarramento fisso) potrebbe essere considerata opportuna per coglierne il comportamento con l'osservazione diretta e sistematica; ad adeguare, quindi, il progetto esecutivo ai risultati.

Nello sviluppo di detto progetto esecutivo dovranno essere approfonditi e verificati, anche con ricorso a prove su modelli, tutti quegli aspetti che in sede di progetto di massima sono stati individuati e definiti soltanto nelle loro linee essenziali allo scopo di accettare la fattibilità delle opere, rinviando - come gli stessi progettisti hanno segnalato nelle loro relazioni riportate, (sia pure sinteticamente) nelle "premesse" - ad una progettazione esecutiva l'approfondimento dei diversi problemi.

Dovrebbero tra l'altro essere previsti macchinari che consentano di operare anche in condizioni di emergenza: ciò a prescindere dalla "linea preferenziale ENEL" auspicata dai Progettisti.

Si dovrebbe dimostrare la possibilità di funzionamento anche con correnti di maggiore velocità rispetto a quella ipotizzata.

La durata economica di vita delle paratoie non dovrebbe essere inferiore a 50 anni e quindi occorre prevedere la protezione delle strutture metalliche.



in particolare dall'aggressione dell'ambiente marino (anche mitili, vegetazione ecc.), con l'impiego di materiali di protezione idonei.

Al fine di ridurre i problemi relativi all'allineamento dei perni di collegamento al fondo dei diversi elementi di paratoie, appare opportuno in sede di progettazione esecutiva esaminare la possibilità di una riduzione del numero dei perni stessi.

Per quanto concerne i consumi energetici conseguenti alle relative manovre necessarie per fronteggiare le acque alte, l'Assemblea osserva che tali manovre potrebbero effettuarsi - con riduzione dell'energia richiesta e quindi della potenza installata, nonché con riduzione del costo di impianto del macchinario - mediante lo svuotamento dei moduli metallici con pompaggio diretto dell'acqua, invece che a mezzo di aria compressa.

Pertanto, pur con aumento del costo delle opere statiche e con qualche complicazione del sistema di deflusso (valvole di ritegno, etc.) uno studio comparativo dei due sistemi - quello previsto dai Progettisti con gruppi di compressori e quello sopra accennato con gruppi di pompe - potrebbe risultare oppor no nella fase di progettazione esecutiva.



IV. CONSIDERAZIONI SUI PROBLEMI GEOTECNICI

Gli aspetti geotecnici connessi con la realizzazione delle opere progettate riguardano da un lato la evoluzione nel tempo dei livelli relativi tra terra e mare nelle aree del centro storico che si vogliono salvaguardare e d'altro lato le fondazioni delle opere di chiusura, fisse e mobili, sulle quali si imperniano gli interventi tecnici proposti.

Per quanto si riferisce al problema delle variazioni di livello tra terra e mare, nel progetto si rileva che, in base ai dati disponibili dal 1908 al 1980, si sarebbe verificata una sommersione dell'area del centro storico pari complessivamente a circa 22 cm e ripartita per 9,1 cm all'eustatismo, per 2,88 cm alla subsidenza dovuta a cause naturali, per 10,4 cm alla subsidenza dovuta a cause antropiche.

Per il futuro, nel progetto si assume che la subsidenza per cause antropiche sia cessata, che non vi sia aumento del livello marino per effetto gustatico, e che la subsidenza naturale si evolva con velocità pari alla metà di quella (10 cm/secolo) desumibile per i secoli più remoti.

Di conseguenza i progettisti assumono che gli interventi di chiusura delle bocche portuali con i previsti organi mobili non sarebbero destinati ad intensificarsi in modo rilevante nel prossimo futuro, e verrebbe quindi assai procrastinata nel tempo la necessità di realizzare gli interventi indicati in progetto come "opere di seconda fase".

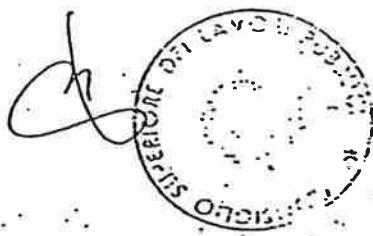


Peraltro, gli stessi progettisti osservano che le previsioni di tendenza nel campo qui in esame sono quanto mai aleatorie, come l'evoluzione dei fenomeni di sommersione avvenuta in passato dimostra. Condividendo quest'ultimo punto di vista, si ritiene opportuno che, in sede di progettazione esecutiva delle opere di prima fase, sia presa in considerazione anche l'ipotesi di un'evoluzione dei fenomeni di sommersione meno ottimistica di quella precedentemente indicata e che (in relazione a tale ipotesi) trovi posto uno studio-sviluppato fino al livello di fattibilità degli interventi assegnati alla seconda fase.

Per una successiva progettazione esecutiva di questi ultimi, si dovrà disporre di dati relativi alla evoluzione della sommersione più numerosi e più dettagliati di quelli attualmente disponibili. A questo riguardo si ritiene indispensabile che i parametri del fenomeno siano oggetto di una sistematica rilevazione, mantenuta nel tempo ed estesa a tutte le aree oggetto degli interventi di protezione.

Per quanto riguarda i problemi connessi con le fondazioni delle opere fisse e mobili di chiusura, le informazioni che si riferiscono specificamente alla costituzione del sottosuolo in corrispondenza delle bocche sono contenute nell'appendice dell'elaborato aggiuntivo costituente la "Relazione geologica e geotecnica" e trasmessa a questo Consesso con nota 14 maggio 1982, n.2469/50/7.

Nell'ambito di profondità interessato dalle opere previste in progetto, il sottosuolo delle bocche comprende, in varia ma sempre rilevante percentuale, terre-



ni compressibili (limi, argille talora molli, torbe) che daranno luogo a rilevanti cedimenti in relazione a variazione dello stato di sollecitazione, indotte dalla applicazione di sovraccarichi o in genere dall'inserrimento di strutture. E' inoltre possibile - ma resta da accertare con indagini - che le deformazioni nel sottosuolo siano differite nel tempo.

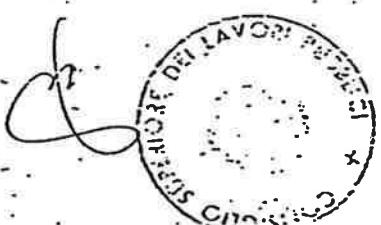
La distribuzione dei diversi litotipi più o meno compressibili è notevolmente disuniforme, sia in verticale che in orizzontale, di modo che si verificano marcate differenze di proprietà meccaniche del sottosuolo in aree anche molto vicine.

Il quadro suddetto pone in evidenza come ci si trovi di fronte a terreni di fondazione indubbiamente difficili, la cui risposta alle sollecitazioni indotte dalle opere da costruire sarà certamente condizionata dal tipo, e dal dimensionamento delle fondazioni.

Il problema non si presenta con aspetti di particolare rilievo per quanto riguarda le opere di chiusura fisso, concepite nel progetto di massima come strutture deformabili, con tipologie e modalità costruttive già largamente sperimentate nello stesso ambiente.

Quanto alle fondazioni delle strutture alle quali verranno affidate le opere di chiusura mobili, il progetto di massima indica la soluzione con pali di grande diametro.

Si ritiene che nel progetto esecutivo la scelta e il proporzionamento delle opere di fondazione dovranno formare oggetto di approfondito esame, sulla scorta dei risultati di indagini e di prove nel sottosuolo di



ciascuna delle bocche.

Sulla base dei dati raccolti dovrà essere possibile prevedere il comportamento dell'insieme terreno-strutture, ivi comprese le opere fisse adiacenti, in modo da assicurare anche sotto questo aspetto un corretto funzionamento delle paratoie mobili adottate.

V. - L'ECOSISTEMA

La difesa di Venezia dalle acque alte assume aspetti peculiari anche per l'influenza che le opere da realizzare potranno avere sull'eco-sistema lagunare, che specie nelle zone più interne già trovasi in stato di precario equilibrio a causa degli inquinanti di origine urbana, industriale, agricola ed, inoltre, per lo scarso ricambio delle acque.

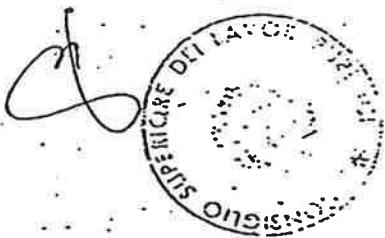
Nonostante alcune lacune e qualche discordanza riguardanti la base conoscitiva dei vari e complessi aspetti dell'inquinamento e della qualità dell'ambiente nella situazione attuale della laguna (come gli stessi progettisti dichiarano di riconoscere) si ritiene ugualmente che il piano di interventi, così come delineati in linea di massima nel progetto in esame, sia meritevole di essere sviluppato ed integrato nell'ulteriore fase di progettazione fino a livello esecutivo purchè, nella suddetta fase, siano tenute in debito conto le considerazioni che, sotto il profilo della tutela della qualità dell'ambiente e dell'equilibrio ecologico della laguna, qui di seguito si espongono:



- 1) La soluzione degli attuali problemi ambientali, sia per evitare ulteriori degradi dell'ecosistema lagunare, sia per promuoverne successivamente il miglioramento, comporta l'adozione di opportuni interventi nel quadro di una razionale gestione del territorio e dell'ambiente costiero.
- 2) Tale gestione va programmata in funzione delle nuove esigenze derivanti dalle variazioni del ricambio delle acque per effetto delle maree, modificate in via permanente e continua dai previsti restringimenti fissi delle bocche di porto e in via temporanea dai periodici eventi di totale chiusura delle bocche stesse; dovranno formularsi attendibili previsioni delle più gravose condizioni che si possano verificare in relazione alla durata delle chiusure ed alla frequenza delle stesse.

A tal riguardo sarebbe da considerare, tra l'altro, la possibilità - con l'ausilio di uno studio che dia conto degli effetti sulle correnti e sull'equilibrio idrodinamico in laguna - di interventi atti a compensare gli effetti permanenti della riduzione dei ricambi provocata dai restringimenti fissi e quelli di emergenza determinati dalla chiusura prolungata delle bocche, possibilità da valutarsi con particolare riferimento alle zone interne della laguna ed in situazioni critiche, stagionali e meteorologiche.

- 3) La base essenziale per la formulazione degli interventi, sia come realizzazione di opere, sia come eser-



cizio delle stesse, sia ancora come interventi collaterali, richiede la più approfondita possibile conoscenza delle condizioni dell'ecosistema lagunare, per poter successivamente valutare l'effetto delle modifiche indotte dai restringimenti fissi e dalle chiuse mobili sul sistema stesso.

Premessa di tale operazione è la puntuale individuazione delle lacune tuttora esistenti, nel pur scopio insieme dei risultati delle numerosissime indagini espletate negli anni passati sulle acque della laguna.

- 4) L'integrazione delle conoscenze delle condizioni prima degli interventi sulle bocche di porto è da avviarsi subite, con assoluta priorità, trattandosi del la base conoscitiva preliminare, indispensabile allo studio della progettazione esecutiva e dovrà impegnare un periodo della durata di almeno un anno, in prosecuzione degli accertamenti già esperiti.
- 5) Occorrerà per altro sviluppare un piano di ricerche fino alla messa a punto di un modello, che renda possibile la valutazione delle modifiche gradualmente indotte nel sistema lagunare dalla realizzazione delle opere per la definizione e lo sviluppo del programma di gestione dell'ambiente lagunare modificato.
- 6) Tale piano potrà adeguatamente svilupparsi - ad integrazione, degli studi già esperiti, particolarmente nel settore della idrodinamica lagunare - in ricerche su modelli per la previsione dell'evoluzione dei bilanci in termini di energia calorifica, di parametri fisici, di nutrienti e di inquinanti delle forme bio-



logiche esistenti in laguna.

7) I modelli dei vari processi - naturali e condizionati da fattori e da interventi esterni - dell'evoluzione nel tempo e nello spazio dei subsistemi e delle loro componenti dovranno poi essere opportunamente integrati nell'idrodinamica lagunare; particolare attenzione dovrà farsi allo studio dei sedimenti in relazione al trasferimento degli inquinanti verso le altre matrici.

La risoluzione dei problemi ecologici della laguna deve necessariamente essere affrontata con l'intervento dello Stato e degli Enti pubblici competenti.

Gli interventi per sopprimere i fattori controllabili di degrado delle acque vanno necessariamente affrontati all'origine con adeguati provvedimenti pubblici, con la adozione di misure protettive secondo consolidate tradizioni di ingegneria ambientale, nel rispetto della legge 171/1973 e del D.P.R. 962/1973, mediante costruzione di impianti di depurazione delle acque di scarico, comunque recapitate in laguna, configurando i caratteri di qualità entro i limiti del D.P.R. 1962/1973 e in accordo con gli obiettivi del piano regionale di risanamento delle acque.

Tali misure dovranno essere ulteriormente estese nella loro efficacia attraverso:

a) la revisione dei limiti dei caratteri di qualità degli influenti, prevista dal DPR 962/1973, che potrà essere attuata appena siano acquisiti i risultati del



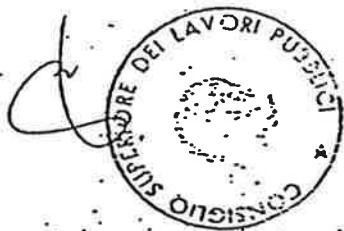
le osservazioni e delle ricerche di cui si è detto innanzi;

b) l'adeguamento degli impianti per il rispetto dei suddetti limiti attraverso l'adozione prevista dallo stesso DPR 962/1973 dei trattamenti così detti terziari, l'addeve la qualità delle scariche le richieda, l'applicazione delle opportune tecnologie per quanto riguarda il rispetto dei limiti di temperatura nei riguardi degli scarichi delle centrali termiche;

c) l'indispensabile completamento delle misure di riduzione degli inquinamenti localizzati, attraverso la costruzione di idonei sistemi di fognature degli scarichi domestici del centro storico, delle isole e delle altre zone urbane e litorali, sviluppando i programmi già in esecuzione, mediante la costruzione di tronchi di fognature sperimentali;

d) l'adozione di opportuni provvedimenti per la riduzione degli inquinamenti diffusi da predotti usati in agricoltura (come pesticidi, fitofarmaci e fertilizzanti) attraverso una disciplina che porti alla rimozione, eventualmente anche solo parziale del loro uso nelle aree le cui acque di drenaggio pessano comunque raggiungere la laguna; l'adozione di analoghi provvedimenti per la riduzione da parte dell'industria del contenuto di fosfati nei prodotti detergivi immessi in commercio;

e) l'eventuale adozione di interventi diretti localizzati sulle acque della laguna, ad integrazione degli effetti delle misure precedenti quale, per esempio, la



areazione di particolari zone anossiche - dovrà essere dovutamente considerata, così come l'eventualità del dragaggio dei sedimenti ad alta concentrazione di inquinanti (quali metalli pesanti e pesticidi), in zone di particolare accumulo.

Passando ai problemi della gestione del sistema lagunare modificato - base indispensabile per una loro corretta risoluzione ai fini della salvaguardia ambientale - è l'adozione delle necessarie installazioni per il rilevamento sistematico in tutta l'area lagunare, dei necessari parametri ambientali, in modo da consentire la conoscenza della loro evoluzione nel tempo, da cui dovranno desumersi le misure di gestione da adottare.

In particolare gli accertamenti di cui sopra dovranno riguardare:

- a) la qualità delle acque anche in relazione alla produttività di pesci, molluschi e crostacei, sia allo stato naturale sia in acquacoltura;
- b) la qualità dei sedimenti con particolare riferimento alla presenza di metalli tossici e/o altre sostanze persistenti;
- c) i rapporti tra acque, sedimenti e forme biologiche per quanto concerne il trasferimento degli inquinanti tra le diverse matrici;
- d) le modifiche di carattere fisico influenti sull'equilibrio ambientale in senso lato, relative alla rimozione o all'accumulo di sedimenti all'interno della laguna e all'esterno del cordone litoraneo.



VI. - PROBLEMI DI GESTIONE DEGLI SBARRAMENTI E PORTUALITÀ

Come già accennato in precedenza nei casi di acqua alta che impongano la chiusura delle bocche si avranno, indubbiamente, conseguenze negative sul traffico portuale.

Si dovrà, pertanto, ricercare la condizione di ostacolare il meno possibile la navigazione per non penalizzare troppo una delle più importanti attività economiche della città.

Gli sbarramenti mobili delle tre bocche di porto, per la loro manovra ottimale in funzione del traffico marittimo, richiedono, pertanto, un sistema di gestione coordinato che potrà essere costituito da un Centro Operativo a Venezia e da quattro stazioni di controllo e manovra posto in adiacenza a ciascuno sbarramento (Trasporti, S.Nicolo; Chiozia e Malamocco).

Il Centro Operativo dovrà svolgere le seguenti funzioni principali :

- previsioni delle maree ;
- determinazione della procedura di intervento degli sbarramenti in funzione del traffico navi previsto attraverso le bocche, quando il servizio previsioni maree abbia indicato la necessità di un intervento ;
- emanazione delle istruzioni di manovra alle singole stazioni di bocca e controllo generale della corretta esecuzione delle manovre agli sbarramenti;
- preavviso di chiusura ed apertura degli sbarramenti alle navi in sosta, in avvicinamento in mare o alla banchina.



Le quattro stazioni di controllo e manovra dovranno avere le seguenti funzioni:

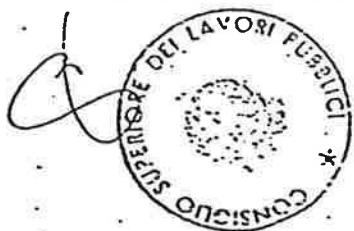
- eseguire le istruzioni del Centro Operativo, verificare la sicurezza della manovra e comunicare l'avanzamento di ogni fase di manovra;
- mantenere un continuo stato di allarme ed un continuo controllo del buon funzionamento dei macchinari, degli strumenti e dei sensori nonché del sistema di alimentazione (aria compressa e generatori).

Si ritiene che la gestione delle opere mobili debba essere particolarmente oculata ed efficiente, come del resto rilevano gli stessi progettisti nelle loro relazioni generale e di settore.

Lo scalo veneziano è già fortemente penalizzato per le nebbie autunnali ed invernali, per la scarsità dei fondali, nonché per la lunghezza dei canali di accesso alle banchine. Un'ulteriore pesante penalizzazione renderebbe insostenibile l'handicap economico nei confronti degli altri porti italiani.

Gli stessi progettisti, in proposito, (e come ampiamente riportato in "premessa") hanno segnalato quei provvedimenti miranti a ridurre al massimo l'inagibilità del porto:

- coordinare la chiusura delle tre bocche, procedendo ad una idonea parzializzazione correlata alla differenza di fase di marea tra mare e laguna: per es. chiudendo per ultima la bocca di Malamocco quando il livello in mare



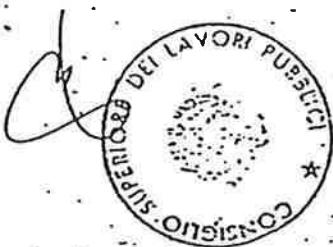
abbia già raggiunto la quota di (+1,10) metri sul l.m.m.;

- aumentare il tempo di previsione sulle acque alte dalle attuali 6 ore a 12 ore, che si prevede di poter ottenere nel 1983 con il potenziamento del Servizio di Previsione del Comune di Venezia;
- studiare e mettere a punto i modelli ed i programmi per le decisioni di intervento per tutta la gamma di casi tipici, con l'aiuto di Istituti di calcolo specializzati in tale settore;
- rialzare i margini delle varie isole che compongono lo abitato cittadino fino ad una opportuna quota massima da stabilirsi, adottando i conseguenti provvedimenti di bonifica interna (cosiddetto "progetto San Marco).

Tuttavia, è importante ricordare in proposito che sia il Comune di Venezia, sia la Commissione di salvaguardia concordano sulla necessità che tali interventi di recupero altimetrico siano limitati nella misura massima possibile.

Da un rilevamento statistico effettuato dai progettisti è risultato che nel periodo 1970-75 a causa della nebbia si sono verificate interruzioni del traffico con un minimo di 20 volte nel 1972 per complessive 72,5 ore fino ad un massimo di 43 volte nel 1975 per complessivo 197,5 ore.

Inoltre, le navi di maggiori dimensioni ed a pieno carico sono costrette ad allungare il tempo di attesa



in rada nei casi di acque basse, a causa del loro pescaggio incompatibile con la scarsità dei fondali dei canali navigabili di accesso alle banchine di attracco.

Da un rilevamento statistico per il ventennio 1960-1979 la penalizzazione per il porto è stata mediamente di 18 casi con 32 ore/anno.

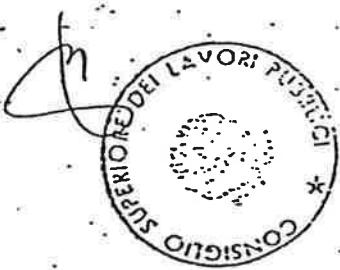
E' quindi, indispensabile che le soluzioni dello "Studio di fattibilità e progetto di massima" determinino un'influenza trascurabile sull'attuale efficienza della funzione portuale della laguna, anche nella prospettiva del rilevante aumento dei traffici previsto e voluto dalle scelte degli enti locali e dal progetto di piano comprensoriale.

Grande importanza ha, pertanto, per la funzione portuale la scelta del livello di guardia, cioè la quota massima delle acque che non si vuole superare in laguna per evitare inondazioni del Centro Storico.

Per chiarezza di esposizione va osservato che i Progettisti per i problemi della portualità hanno fatto riferimento alla quota di (+1,00) s.l.m.m.

Assumendo come "livello di guardia" delle acque alte quello di (+1,00) sul l.m.m. 1897, sono stati stimati i tempi medi annuali d'inagibilità del porto a causa della chiusura delle bocche di porto.

Da un accertamento statistico eseguito dai Progettisti per il periodo degli ultimi venti anni è risultato che l'inagibilità del porto, rispettando il livello di



guardia citato; sarebbe mediamente dello 0,3% del tempo.

In anni di eccezionali acque alte (nel 1979 n. 17 casi con 46 ore di durata) l'inagibilità può raggiungere un massimo dell'1 % circa del tempo, mentre in anni favorevoli il porto sarebbe continuamente agibile (nel 1974 non vi furono per esempio acque alte superiori al metro).

Nello studio si ritiene che, con opportuni accorgimenti che dovranno essere studiati nella fase operativa e con una programmata parzializzazione delle chiusure, la penalizzazione al traffico potrà essere contenuta a meno della metà e cioè a circa lo 0,15% in media e lo 0,50% in anni eccezionali.

Poiché l'entità della penalizzazione è legata al "livello di guardia" come in precedenza specificato, si ritiene necessario disporre di un nuovo aggiornato rilevamento pianoaltimetrico della città per pianificare gli interventi nel centro storico, che permettano di mantenere il suddetto "livello di guardia" ad una quota più alta possibile per ridurre al massimo gli interventi alle bocche.

Minore penalizzazione, ovviamente, si avrebbe nel caso che il livello di guardia per la chiusura fosse fissato a + m(1,10).



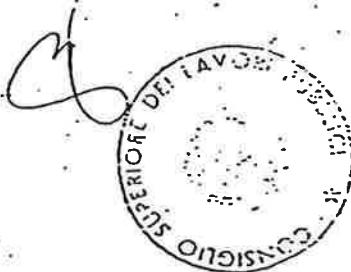
Come è noto Piazza S. Marco è la più estesa area di Venezia al di sotto di un metro : essa infatti viene quasi totalmente invasa dalle acque alte di 95 cm. circa.

Le altre aree si trovano sparse nel centro storico soprattutto nei pressi delle rive di canali, e ciò è dovuto in gran parte ad un lieve cedimento di alcune rive.

E' necessario poter manovrare in modo ottimale e tempestivo gli sbarramenti alle bocche in maniera da ridurne al minimo i tempi di chiusura, e per ottenere tale risultato è indispensabile avere con il massimo anticipo possibile la previsione delle acque alte e controllare in modo continuo i valori ed i cambiamenti dei livelli all'esterno ed all'interno delle bocche.

Per poter, invece, parzializzare l'intervento con la chiusura di Malamocco differita, occorrerà controllare e prevedere gli effetti della propagazione della marea all'interno della laguna per non superare il livello di guardia nel Centro Storico.

Sarà, pertanto, necessario avere una informazione sinottica dai dati di una adeguata rete di mareografi.



Esiste già in laguna la struttura di una rete di 16 mareografi, dei quali otto sono in funzione più o meno continua da qualche anno.

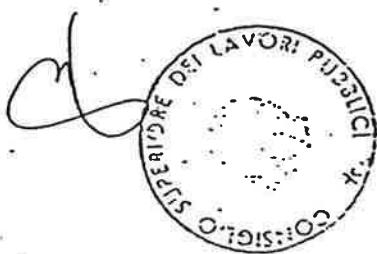
Nel Servizio di gestione degli sbarramenti delle bocche di porto è opportuno che siano teletrasmessi al Centro Operativo e di previsione i dati di almeno 12 stazioni, e cioè :

- due nel bacino di Chioggia; quattro nel bacino di Malamocco e sei nel bacino di Lido.

Si ritiene, pertanto, necessaria l'integrazione del sistema mareografico esistente con otto nuovi mareografi da collegare con l'Ufficio di previsione delle maree.

Tale integrazione va realizzata al più presto, entro gli anni '82 - '83, per permettere lo studio e la verifica dei modelli di propagazione ed un collaudo del sistema, onde raggiungere la massima sicurezza nel tempo in cui gli sbarramenti saranno in funzione.

L'ubicazione dei mareografi dovrà tener conto delle direttive del fronte di marea più utile per con-

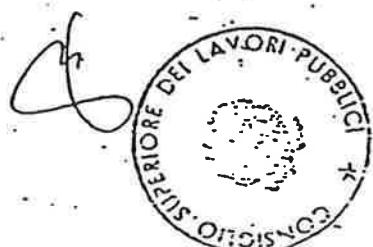


trollare il livello e le correnti nel Centro Storico e nelle isole abitate della laguna, che sono a quota altimetrica bassa e perciò soggette ad allagamento.

Come riferito in "premessa", il Gruppo di progettazione ha predisposto un apposito elaborato concernente le "Valutazioni di spesa delle opere" (Allegato A7 - 7), a sua volta articolato in Capitoli riguardanti le opere civili e le opere elettromeccaniche di prima fase, suddivisi per le tre bocche.

I prezzi unitari assunti a base della stima per le opere civili, pur non essendo giustificati da specifiche analisi, appaiono nel loro complesso ammissibili con riferimento alla data attuale; tenuto conto dei particolari oneri connessi con l'esecuzione delle rispettive categorie di lavoro e dei ragionevoli tempi tecnici necessari per la redazione del progetto esecutivo.

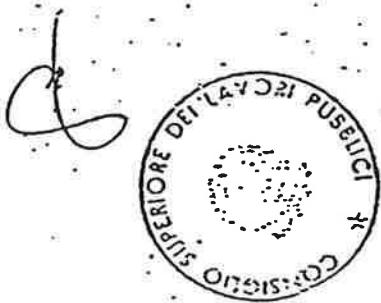
Altrettanto dicasì per le opere elettromeccaniche le quali, peraltro, sono valutate "a corpo", con indicazione di importi che si riconoscono anche essi validi all'attualità.



Dall'elaborato di stima sopracitato si deduce che l'ammontare delle opere civili di prima fase è di lire 300 miliardi che, sommate alle opere mobili e relative apparecchiature dell'importo di lire 175 miliardi, forniscono un totale di lire 475 miliardi, a cui sono aggiunte lire 75 miliardi per imprevisti, spese generali e tecniche: ne risulta, pertanto, un totale complessivo di opere progettate per la prima fase di interventi di lire 550 miliardi.

Dalla Relazione generale, invece, si desume la valutazione globale di larga massima per le opere a lungo termine (seconda fase), in lire 160 miliardi.

Per quanto riguarda i brevi scritti di cui alle "Premesse" deve osservarsi che le ipotesi di soluzioni indicate, dato la loro sommarietà e - per alcuni di essi - la frammentarietà dei contenuti, non forniscono alcun valido contributo per l'esame del progetto di massima in discussione e, pertanto, non vengono prese in considerazione.



Il grado d'approfondimento raggiunto nello "studio di fattibilità e progetto di massima" intorno ai problemi idraulici che le soluzioni proposte comportano appaiono adeguati, oltre che ai compiti assegnati al Gruppo di progettazione, allo stato attuale di conoscenza, dei fenomeni propri della laguna ed alla natura dei problemi da trattare, col principale obiettivo di provvedere al cosiddetto abbattimento delle acque alte nella laguna stessa.

Il passo successivo, del processo di progettazione - cioè il passaggio da una fase di fattibilità e di massima alla fase di progettazione esecutiva - richiede, per la parte idraulica, l'affinamento delle varie questioni che l'apprezzabile elaborato ora all'esame dell'Assemblea ha posto in luce, sia per la parte riguardante l'insieme dei fatti lagunari, sia per quella relativa a fenomeni localizzati o particolari.

L'esame critico dei problemi idraulici relativi alla propagazione delle maree, agli effetti dei restrin-gimenti fissi ed al comportamento delle parti mobili, ha infatti portato a fissare l'attenzione, per lo sviluppo successivo della progettazione esecutiva, sulle ulteriori ricerche che sono da farsi per completare le conoscenze intorno a particolari aspetti del problema idraulico.

Un primo gruppo di modelli fisici in scala non superiore a (1:50 o 1:60) non deformata ed a fondo mobile dovrà prendere in considerazione il comportamento delle bocche di porto di Lido (il cui modello, in scala 1/60 a fondo mobile, esiste presso il Centro Sperimenta-



le di Voltabarozzo - Padova), di Malamocco e di Chioggia per definire posizione e forma delle opere di restrin-
gimento previste e la modellazione che potrà subire il
fondo nelle varie condizioni d'esercizio. Ed indicare,
inoltre, i valori dei coefficienti da assumere per descri-
vere i fatti dissipativi che si svolgono nelle bocche
stesse: la loro conoscenza è, infatti, necessaria per ave-
re, impiegando il modello propagatorio, la misura corret-
ta di quali variazioni siano da attendersi nello scambio
di volumi tra mare e laguna ad opera dei restringimenti
fissi. I valori dei coefficienti sono poi da definire per
i casi in cui i varchi proposti possano essere parzializ-
zati, anche per qualche tempo, nei non improbabili, seppu-
re infrequenti, interventi di manutenzione nelle opere
fisse di fondo.

In modo analogo, sono da considerare i fenomeni
idraulici dipendenti dal piano costruttivo delle parti
fisse, giacchè la successione delle opere da realizzare e
le modalità da impiegare nella loro costruzione possano,
forse avere qualche influenza, per la durata certo non
breve dei lavori, non solo sul regime idraulico della la-
guna in generale, ma anche in speciali zone delle bocche
di porto.

Come in precedenza illustrato fra gli interven-
ti supplementari esaminati dai progettisti, vi è quello
della possibilità di rialzare i margini di alcuni isolot-
ti, in modo da poter effettuare la chiusura totale delle
bocche solo con valori di marea superiori a 1,10 m.

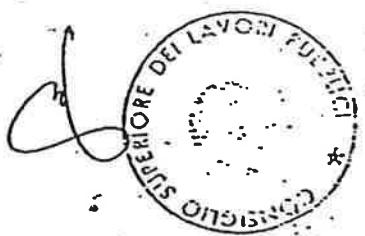


In sede di esperimentazione su modelli, varrebbe la pena che questa possibilità fosse studiata a fondo ed in dettaglio fin dall'inizio della progettazione esecutiva dei lavori della prima fase, essendo pensabile che la soluzione dei vari problemi connessi (impermeabilizzazione, sollevamento e smaltimento delle acque, ecc.) richieda un esame non breve.

Sarebbe, inoltre, consigliabile, valutare le variazioni provocate dalle opere fisse sulla circolazione delle acque in laguna (con modelli matematici e soprattutto fisici, e con misure dirette sull'originale), non solo in occasione di maree eccezionali, ma anche in condizioni "normali", riproducendo per esempio in modello cicli che rappresentino almeno un "anno tipo".

La diminuzione globale dello scambio idrico fra mare e laguna per causa delle opere fisse è stimata dai progettisti dell'ordine del 5 + 10% del valore attuale: poichè di ordine di grandezza non inferiore sono gli errori legati agli schemi ed ai modelli matematici usati, ed alla conoscenza dei valori reali nella situazione attuale, valutazioni più attendibili sarebbero forse fornite da modelli fisici (in scala sufficientemente grande) che esaminassero il fenomeno per durate lunghe (ciclo di un anno). E' comunque indispensabile l'esecuzione di regolari e frequenti campagne di misura di velocità e portata "in vivo".

Per quanto riguarda i riflessi sull'inquinamento, in linea generale, per effetto della regolazione delle boc-

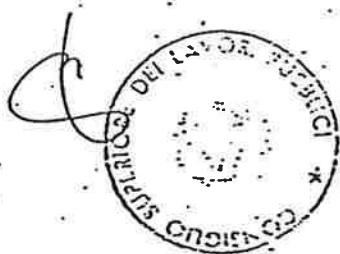


che, si osserva che una più opportuna circolazione delle acque da realizzare con mezzi idonei potrebbe forse superare alla pur limitata ma perenne riduzione degli scambi laguna/mare.

Più in generale, il danno all'ambiente può essere superato, ove si attuino nella fase preventiva (cioè prima della costruzione e dell'esercizio delle opere di regolazione) i provvedimenti necessari indicati innanzi e che qui si sintetizzano:

- 1) accurata indagine conoscitiva dell'ambiente fino alla costruzione di un modello dell'ecosistema lagunare provvisto di un "imput" il più completo possibile;
- 2) accelerato sviluppo delle opere di depurazione, raggiungendo almeno il 65% di avanzamento nell'attuazione del piano direttore;
- 3) interventi per il dragaggio dei sedimenti nelle zone di particolare concentrazione degli inquinanti depositati e per l'uso di prodotti più idonei, ai fini della protezione della qualità dell'ambiente lagunare, in agricoltura e nell'economia domestica;
- 4) attuazione di una severa disciplina dei limiti di accettabilità degli scarichi nel quadro di un'accorta revisione dell'attuale normativa in materia.

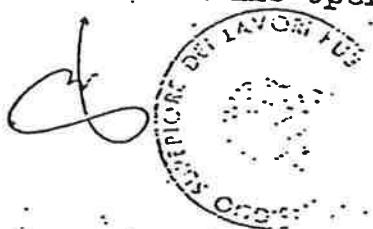
Per quanto concerne il comportamento degli sbarramenti mobili vanno avviati fin d'ora gli studi, in laboratorio, di un modello idroelastico di un convenien-



te tratto di sbarramento in scala opportuna (1:10, ad esempio). Le ricerche hanno lo scopo di valutare il comportamento dinamico delle strutture nei transitori che si producono con le manovre di chiusura (anche con notevoli velocità dell'acqua, giacchè la manovra stessa non avviene in fase di stanca della marea) e di apertura; ed anche in rapporto ai moti ondosi di breve periodo che possono prodursi in condizioni straordinarie.

Vanno, altresì, approfonditi in tale sede: il controllo dei fenomeni dinamici transitori e stazionari a cui le paratoie possono essere esposte per assicurarne stabilità ed efficienza; l'esercizio e la manutenzione delle strutture mobili, accessorie e fisse; il piano costruttivo in rapporto agli effetti che potranno verificarsi nella laguna in dipendenza dalla parzializzazione dei varchi per il periodo (certamente non breve) necessario per la costruzione delle strutture civili al servizio delle paratoie e la collocazione in opera delle paratoie stesse.

Sempre alla luce delle suddette considerazioni potrà, in sede di progetto esecutivo, valutarsi l'opportunità di iniziare gli interventi partendo dalla bocca di Lido, per il ristringimento fisso, prima, e per quello di chiusura mobile, poi, indipendentemente che sulle altre bocche; tale procedura (si ripete) sarà utile per ottenere, per gradi, risposte precise sul comportamento reale delle opere prima di passare alla fase successiva.

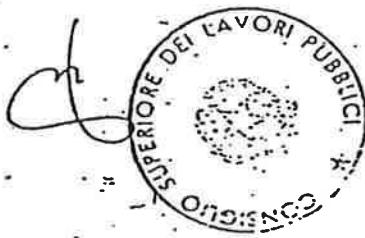


A tal fine potrà essere necessaria l'esecuzione di opere provvisorie per l'interruzione temporanea della continuità fra il bacino di Lido e quello di Malamocco in corrispondenza dello spartiacque naturale. Tali opere provvisorie (come sottolineato nella relazione di progetto) potranno rivelarsi anche utili per incrementare i flussi di marea in alcune aree più interne dei bacini lagunari, sfruttando i diversi ritardi con cui l'onda di marea proveniente dalle diverse imboccature raggiunge le varie zone di bacino.

Un'ultima considerazione meritano le previsioni circa l'evoluzione nel futuro del fenomeno di subsidenza ed eustatismo: dai dati raccolti dai progettisti, sembrerebbe che tali fenomeni siano, al momento, stabiliti. Ciò non esime dal guardare alle future evoluzioni del fenomeno senza eccessivo ottimismo ricordando che le previsioni di tendenza relative sono quanto mai aleatorie.

Ove infatti l'evoluzione futura del fenomeno di subsidenza e/o eustatismo portasse all'accrescimento della frequenza di chiusura delle bocche per il livello scelto (m. 1,10), ciò potrebbe risultare incompatibile con le esigenze di navigazione attraverso le porte stesse.

Il problema richiede fin d'ora un più attento esame, poiché potrebbe rivelarsi fondamentale per l'ordinata gestione delle chiusure delle bocche durante il

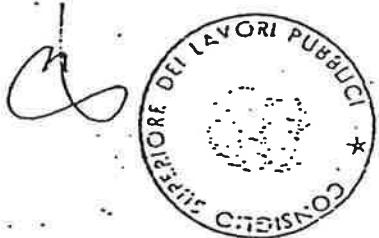


periodo di durata assegnata alle opere mobili (50 anni)?

In sede di progettazione esecutiva dovrà essere, pertanto, messa in conto questa possibilità e dovranno meglio individuarsi alcune soluzioni, che (in uno con quella delle conche di navigazione suggerita dai Progettisti) meglio definiscono le modalità di intervento, di seconda fase, adatte ad evitare una penalizzazione troppo forte della portualità.

Ovviamente, l'Amministrazione dei LL.PP. avvalendosi dei propri uffici e servizi specializzati, nell'ambito delle loro specifiche competenze - potrà effettuare tutte quelle ricerche di base e quei riscontri e verifiche di validità indispensabili a conferire alla progettazione esecutiva delle opere di cui tratta si il necessario supporto di conoscenza e di esperienza: ciò soprattutto per le verifiche analitiche ed i controlli preventivi che questa Assemblea riconosce indispensabili per passare dall'attuale progetto di massima allo auspicabile progetto esecutivo.

L'Assemblea, come considerazione conclusiva e riassuntiva, ritiene che il progetto in esame abbia le caratteristiche di fattibilità e di massima richieste e, pertanto, rappresenti un concreto avvio della risoluzione del problema della difesa di Venezia dalle acque alte.



Esso costituisce, quindi, una idonea base di partenza per passare ad una progettazione esecutiva ed alla successiva fase di realizzazione per gradi e con estrema cautela, verificando con ogni attenzione e per ogni grado, la rispondenza delle previsioni con i risultati reali, secondo le indicazioni ed i suggerimenti già più volte innanzi espresi. Infatti, è indubbio che occorre por mano ad una fase più avanzata di progettazione per la calibratura più centrata e vicina al reale dei numerosi parametri in gioco, in vista dell'adozione di quei provvedimenti che Venezia sollecita.

Questi provvedimenti potranno adottarsi seguendo le indicazioni di massima del progetto in esame, e quelle espresse nelle precedenti considerazioni.

Nel concludere l'esame dello "studio di fattibilità e progetto di massima" per la difesa della Laguna di Venezia dalle acque alte ad essa sottoposta, l'Assemblea non può non rilevare come altri interventi - non considerati nell'elaborato esaminato, - perché estranei al tema specifico affidato al Gruppo di progettazione - vada no posti in essere nei tempi più brevi, in quanto anche essi concorrenti alla soluzione del grave problema del riequilibrio idrogeologico della Laguna, quali ad esempio: la completa attuazione del piano direttore per il disinqui

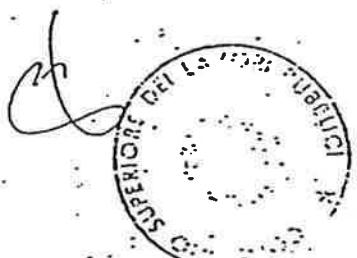
namento della Laguna, il rafforzamento delle difese a mare sul cordone litorale (specie nella zona "Caroman"), la sistemazione dei corsi d'acqua e dei canali di alimentazione delle aree più interne della Laguna, ecc.

Pertanto, parallelamente alla definizione della progettazione esecutiva delle opere sottoposte oggi allo esame dell'Assemblea - così come sopra ampiamente è dettagliatamente illustrato - occorre che nelle sedi opportune venga definito sollecitamente un più vasto disegno di interventi nella Laguna e quindi un conseguente programma organico di opere finalizzato al completo riequilibrio idrogeologico della Laguna stessa e al raggiungimento di un livello più elevato di sicurezza di questa nei riguardi delle azioni del mare.

Tutto ciò premesso e considerato, l'ASSEMBLEA
all'unanimità

E' D E L P A R E R E

CHE lo studio di fattibilità e progetto di massima per la difesa della Laguna di Venezia dalle acque alte sia merite





vole di approvazione con le prescrizioni e raccomandazioni
specificate nei precedenti " considerato ".